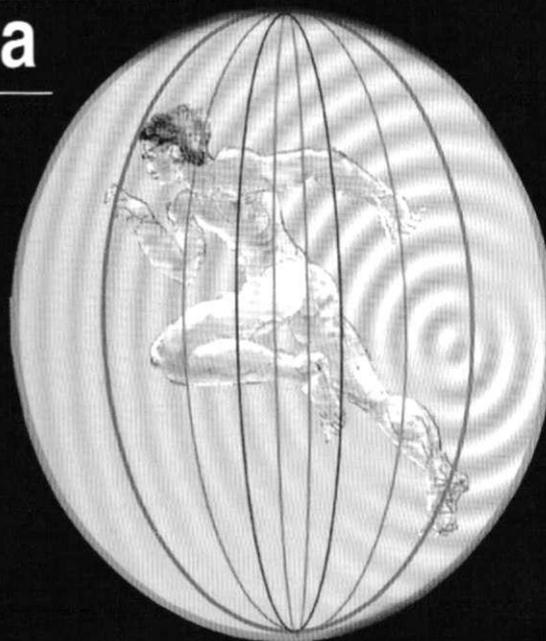


Perfil Antropométrico
y Control de Calidad
en Bioantropología,
Actividad Física
y Salud



Pedro García Avendaño ❖ Betty M. Pérez

EDICIONES



FACES/UCV

DRA. BETTY M. PÉREZ: Antropóloga por la Universidad Central de Venezuela, Master of Arts (Anthropology) Universidad de Michigan y Doctorado en Ciencias (Antropología) en la UCV.

Investigadora Titular del Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales (IIES). Coordinadora de la Línea de Investigación Biantropología, Actividad Física y Salud del Doctorado FACES/UCV. Aliado/Evaluador de la Agenda Salud de la Gerencia de Formación y Desarrollo de Investigadores (CONICIT). Miembro de Honor de la Sociedad Cubana de Antropología Biológica. Miembro fundador de la Sociedad Venezolana de Antropología Biológica, de la Sociedad de Medicina y Ciencias Aplicadas al Deporte, integra el Consejo Central de Deportes de la UCV.

Miembro del cuerpo docente de las Universidades de Granada y Autónoma de Madrid (España, 2000). Miembro de varios programas de reconocimiento al mérito de docentes e investigadores venezolanos de las Universidades Nacionales (PEI, CONABA, PPI), de Asociaciones Nacionales e Internacionales, entre ellas la Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría (ISAK), como Antropometrista Instructor (Nivel III).

Ha sido ponente en diferentes eventos realizados en 12 países. Es autora o coautora de 6 libros o capítulos de libros y más de 36 artículos en revistas especializadas en las áreas de auxología epidemiológica, composición corporal y kinantropometría

Pedro García Avendaño
Betty M. Pérez

Perfil Antropométrico y Control de Calidad en Bioantropología, Actividad Física y Salud

EDICIONES



FACES/UCV

Febrero 2002

Dedicatoria

A la nueva generación de estudiantes y profesionales de la antropología, quienes tienen el reto de ser cada día mejores en los diferentes campos donde se desempeñan, así como de colocar a nuestra disciplina en la vanguardia dentro de las ciencias sociales.

Agradecimientos

- Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la Universidad Central de Venezuela por el financiamiento otorgado para llevar a feliz término esta investigación. Proyecto: "Antropometría: Metodología para evaluar la confiabilidad, precisión, exactitud y validez del dato somatométrico" registrado bajo el N°: 05-16-4103-98.
- A las instituciones y su personal que colaboraron en la investigación, en las cuales se aplicaron los diversos instrumentos que sirvieron para obtener la información base de esta investigación.
- A la Escuela de Antropología, al Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales y a la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la UCV, instituciones éstas, que son pilares fundamentales de la docencia y la investigación de nuestra disciplina.
- Al personal de investigación: Auxiliares, Asistentes, y profesores que colaboraron en la recolección, procesamiento y revisión de los datos, así como en el diseño de este libro.
- A WD Ross, PhD; RV Carr, PhD y JEL Carter, PhD por autorizar el uso de las figuras de "Anthropometry Illustrated".
- A Kevin Norton, PhD y Tim Olds, PhD por autorizar el uso de las figuras de su libro "Antropométrica".

© Facultad de Ciencias Económicas y Sociales - UCV
 Unidad de Publicaciones
 Teléfonos: 605.2500 Fax: 605.2512 / 605.2474
 Cuidados de la edición: Soc. Eclayre Rodríguez S.

Diseño Gráfico y montaje electrónico:
 L + N XXI Diseño (Luz Márquez Negretti- Nuncia Moccia)
 Teléfono: (582 212) 241.70 20
 Correo electrónico: lmarquez@cantv.net / nmoccia@cantv.net

Fotolito e Impresión:
 Epsilon Libros
 Teléfono: (582 212) 235.7310 / 235.62.61
 Correo electrónico: grupoepsilon@hotmail.com

Hecho el depósito de Ley
 Depósito Legal lf17520025733
 ISBN: 980-00-1945-6

Indice general

Lista de cuadros	7
Lista de gráficos	8
Lista de figuras	9
Resumen	11
Introducción	13
Capítulo I	17
El problema y los objetivos de la investigación	17
1. El problema	18
2. Objetivos	23
Objetivo general	23
Objetivos específicos	23
3. Justificación	24
4. Factibilidad de la investigación	25
Capítulo II	27
Revisión bibliográfica y documental	27
1. La antropometría. Aspectos históricos	28
1.1 Origen, concepto, evolución y tendencias actuales	28
2. Kinantropometría o cineantropometría	35
2.1. Definición y alcance social	35
2.2. La Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría (ISAK) y su aporte a la antropometría	40
3. Algunos aspectos éticos aplicados en las evaluaciones antropométricas	43
4. Consideraciones previas al proceso de medición	50
4.1 Planos y ejes del cuerpo	50
4.2 Puntos de referencia antropométricos para el examen físico	52
4.3 La estandarización antropométrica	55

4.4 Mediciones antropométricas del lado derecho e izquierdo	56
4.5 Control de calidad para las mediciones antropométricas	56
4.6 Error biológico y error de medición	58
4.7 Ficha o proforma de medición antropométrica	59
4.8 Límites de tolerancia o nivel de significación biológica	61
Capítulo III	63
Metodología	63
1. Tipo de estudio	64
2. Población y muestra	64
3. Instrumentos y materiales utilizados	67
3.1 Instrumental antropométrico	67
3.2 Observación	67
3.3 Cuestionario	68
4. Descripción de las variables antropométricas	70
5. Métodos	96
5.1 Métodos estadísticos para determinar errores de medición	96
5.2 Métodos estadísticos multivariantes	104
6. Procesamiento de los datos	105
Capítulo IV	109
Resultados y discusión	109
1. Análisis del control de calidad cuantitativo	110
1.1 Error técnico de medición (ETM)	111
1.2 Prueba de los signos o método de estandarización	121
1.3 Coeficiente de confiabilidad	127
2. Análisis del control de calidad cualitativo	130
2.1 Perfil de los usuarios y conocimiento de la técnica antropométrica	130
2.2 Perfil de los usuarios en el procedimiento y las condiciones para realizar las evaluaciones antropométricas	139

Capítulo V	149
Conclusiones y recomendaciones	149
1. Conclusiones	150
2. Recomendaciones	151
Referencias bibliográficas	153
Glosario	161
Anexos	
Anexo 1: Errores técnicos de medición	165
Anexo 2: Formulario de conocimiento y autorización	169
Anexo 3: Ficha antropométrica.	170
Anexo 4: Evaluación de los aspectos técnicos cualitativos	172
Anexo 5: Hoja de observaciones.	173
Anexo 6: Cuestionario sobre antropometría.	174
Lista de cuadros	
Cuadro 1. Límites de tolerancia para las variables antropométricas	62
Cuadro 2. Profesión de los usuarios de la técnica antropométrica y sitios de recolección de la muestra	66
Cuadro 3. Estadística descriptiva de las variables antropométricas de atletas pertenecientes a diversos deportes de la Selección Nacional	112
Cuadro 4. Valores de las pruebas de estandarización (precisión) obtenidos por antropometristas de la investigación	115
Cuadro 5. Nivel de precisión de los medidores del KASP e IMD	116
Cuadro 6. Valores obtenidos en la prueba de estandarización (exactitud) obtenidos por antropometristas de la investigación	119

Cuadro 7. Evaluación del error de medición. Diferencias entre el antropométrista criterio y los medidores	120
Cuadro 8. Prueba de estandarización (precisión) de mediciones antropométricas (metodología de Habicht)	123
Cuadro 9. Prueba de estandarización (exactitud) de mediciones antropométricas	125
Cuadro 10. Resumen de una prueba de estandarización	126
Cuadro 11. Valores del coeficiente de confiabilidad intra e inter observador	128
Cuadro 12. Contribución de las variables y modalidades a la formación de los factores	133
Cuadro 13. Descomposición del nivel de asociación calculado en 10 ejes	136
Cuadro 14. Contribución de las variables y modalidades a la formación de los factores	143
Cuadro 15. Descomposición del nivel de asociación calculado en 10 ejes	145

Lista de figuras

Figura 1. La antropometría usos y aplicaciones	34
Figura 2. Kinantropometría. Definición y alcance social	38
Figura 3. Planos de referencias del cuerpo humano	51
Figura 4. Puntos anatómicos de referencias en la evaluación antropométrica	54
Figura 5. Instrumentos de medición utilizados en antropometría	69
Figura 6. Localización de las mediciones antropométricas. Diámetros o anchuras y circunferencias o perímetros	71
Figura 7. Localización de las mediciones antropométricas. Pliegues adiposos	72
Figura 8. Apreciación del peso	73

Figura 9. Medición de la talla o estatura	75
Figura 10. Medición talla sentado	76
Figura 11. Medición diámetro o anchura biacromial	78
Figura 12. Medición diámetro o anchura bicrestal	79
Figura 13. Medición diámetro o anchura anteroposterior del tórax	80
Figura 14. Medición diámetro o anchura bicondilar del húmero	81
Figura 15. Medición diámetro o anchura bicondilar del fémur	82
Figura 16. Medición pliegue del tríceps	84
Figura 17. Medición pliegue subescapular	85
Figura 18. Medición pliegue supraespinal	86
Figura 19. Medición pliegue abdominal	87
Figura 20. Medición pliegue del muslo medio	88
Figura 21. Medición pliegue de la pantorrilla media	89
Figura 22. Medición circunferencia del brazo relajado	90
Figura 23. Medición circunferencia del brazo flexionado	91
Figura 24. Medición circunferencia del antebrazo	92
Figura 25. Medición de la circunferencia del tórax	93
Figura 26. Medición de la circunferencia máxima del muslo	94
Figura 27. Medición de la circunferencia de la pantorrilla	95
Figura 28. Variables que intervienen en el procedimiento de las mediciones antropométricas	107

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Histograma de autovalores	132
Gráfico 2. Perfil de los usuarios y conocimiento de la técnica antropométrica. Primer plano factorial	135
Gráfico 3. Representación de las clases para los factores 1 y 2	138
Gráfico 4. Histograma de autovalores	142

Gráfico 5. Perfil de las condiciones para realizar las mediciones antropométricas. Primer plano factorial	14
Gráfico 6. Representación de las clases para los factores 1 y 2	14

RESUMEN

El propósito de este estudio es proponer un conjunto de medidas de control de calidad, que ayuden a la detección de errores en la técnica y procedimientos antropométricos. En toda investigación donde participan diferentes evaluadores, la falta de uniformidad (estandarización) reduce la veracidad o confiabilidad de los resultados y puede conducir a diagnósticos que deben ser vistos con reserva. La validez de los datos somatométricos en bioantropología, actividad física y salud están determinados, además de la objetividad, por la consistencia (precisión, exactitud y confiabilidad) del dato primario y el procedimiento que involucra el acto de medición y las diversas fuentes de error, como son: a) posición incorrecta del medidor, así como la del sujeto que se evalúa; b) manejo inadecuado del instrumento de medición; c) práctica incorrecta de la técnica; d) errores en la lectura y anotación; e) ubicación y señalización incorrecto del sitio de medición; entre otros. El estudio se realizó en una muestra de 80 usuarios de la técnica antropométrica. Una primera fase contempló la prueba de estandarización para cinco evaluadores con el objetivo de determinar la precisión, exactitud y confiabilidad (control de calidad cuantitativo) del dato antropométrico, a través del error técnico de medición, la prueba de estandarización de Habitch y el coeficiente de confiabilidad. Los resultados de este primer análisis indicaron que las diferencias o variabilidad en las mediciones fueron menores para todas las variables a nivel intra observador (0.19 - 0.87) que a nivel inter observador (0.33 - 1.86). La confiabilidad mantuvo esa tendencia (0.999 - 0.984 intra; 0.999 - 0.802 inter) con un rango de variación más amplio a nivel inter. Estos hallazgos señalan una precisión satisfactoria con una exactitud defi-

ciente para todos los evaluadores. En la segunda fase se aplicaron las técnicas de observación y la encuesta; con las mismas se obtuvo información sobre el procedimiento que involucra el acto de medición y el conocimiento que tienen los usuarios sobre la técnica antropométrica. Se utilizaron las técnicas de análisis factorial de correspondencia múltiple y clasificación jerárquica (control de calidad cualitativo). Los resultados definen un perfil de los usuarios que se caracteriza en términos generales por: 1) carecer de algunas de las habilidades necesarias para la correcta ejecución de la técnica; 2) no se aplica control de calidad en todos los casos; 3) ausencia de unificación (estandarización) en los procedimientos técnicos generales; 4) la mayoría de los evaluadores poseen un soporte teórico sobre la antropometría deficiente. Se concluye que los investigadores que usan los datos somatométricos deben ser metódicos en la técnica y los procedimientos para garantizar la validez de los mismos.

Palabras Clave: Antropometría, control de calidad, estandarización, error de medición, perfil, análisis factorial.

Introducción

Los estudios de la estandarización de medición en la antropometría se han incrementado rápidamente en las dos últimas décadas, centrandose su objetivo en el error de medición, origen y magnitud de los mismos. Esta tendencia es producto de la preocupación e interés de diversos expertos que consideran a la antropometría como una fuente por excelencia originaria de datos. Estos son vistos en algunas oportunidades con reserva, ya que los reportes de control estadístico de la calidad (desviación estándar, media, coeficiente de variación o las correlaciones entre observaciones, análisis multivariante, entre otros) de las magnitudes antropométricas son informadas pocas veces, aún en investigaciones donde el tamaño muestral y el número de investigadores involucrados en la recolección de la información así lo ameritan.

El uso de la antropometría se ha extendido y diversificado en muchas áreas del quehacer científico, la técnica antropométrica es la herramienta por excelencia de los antropólogos físicos en primer lugar y también de médicos, nutricionistas, especialistas en ergonomía y en las ciencias del deporte. La antropometría se ha utilizado amplia y exitosamente para evaluar la salud y el riesgo nutricional a todas las edades. A través de ella se evalúan individuos y poblaciones con propósitos comunes, como por ejemplo: detectar diferencias biológicas actuales o pasadas en función de los estratos sociales, así como en la predicción de riesgos futuros

y respuestas potenciales a los programas de intervención (López Blanco et al., 1995). Las apreciaciones de las dimensiones antropométricas también son utilizadas en pacientes hospitalizados con impedimentos ortopédicos o neurológicos que tienen limitaciones para mantenerse parados o sentados. En el deporte pueden ayudar a un entrenador a monitorear los efectos de los diversos regímenes de entrenamiento y determinar si una disminución en el rendimiento ha sido acompañada por cambios en la composición corporal (Rodríguez, 1996). Es utilizada además para elaborar perfiles de los campeones que sirven de guía en la selección y detección de jóvenes talentos (Carter, et al., 1982).

Lo expuesto anteriormente pone en evidencia la necesidad de utilizar puntos de referencias y guías metodológicas, que orienten en la evaluación de las dimensiones antropométricas. Es importante describir cómo se toman las magnitudes, sin embargo fundamental además, precisar cuáles son los errores en que incurre con mayor frecuencia y cómo se pueden detectar y corregir.

Ninguna medición puede ser ejecutada de manera absolutamente exacta; ambos, la medición y el error son inseparables en la antropometría, ya que cada vez que se realiza una medición con el hombre en movimiento; el instrumento, el sujeto que evalúa, y el propio antropometrista tienen un estado diferente. Estos errores inherentes a las mediciones del cuerpo humano han sido estudiados a lo largo de los años. Los resultados encontrados en algunas investigaciones (Habicht, 1974; Himes, 1981; Pederson y Gore, 1994; Norton y Olds, 1996) sugieren que la magnitud del error será cada vez menor, en la medida en que se tenga más precisión en las mediciones, el valor del dato antropométrico sea más objetivo, y se tomen las precauciones y recomendaciones necesarias para tal fin.

Esta investigación que se presenta a los estudiosos y personas relacionadas con el tema, espera contribuir a llenar un vacío en nuestro país en lo referente al manejo de la técnica antropométrica, la confiabilidad que se deriva de sus mediciones; y los pasos a seguir para detectar y minimizar los errores que

se originan de los procedimientos para tomar el dato antropométrico. El objetivo es analizar y estructurar las ideas básicas generales sobre la antropometría, su significado, uso y aplicaciones en los diversos campos. Se pretende por tanto con esta investigación proporcionar una fuente de consulta y referencia para los diversos especialistas. Como bien lo señalan López y Landaeta (1991), en muchas circunstancias la antropometría es el único instrumento práctico disponible para hacer evaluaciones. Por lo tanto, los investigadores y académicos deben dar prioridad a las ventajas y limitaciones de la técnica y las bases científicas y prácticas de su uso, con el objeto de mejorarla y enriquecerla.

CAPITULO I

El problema y los objetivos de la investigación

La antropometría consiste ya en un verdadero arte que da reglas para fijar las proporciones de las diversas partes del cuerpo, siendo su influencia en la Antropología de tal importancia que muchos de los progresos de ésta, puede asegurarse que sean precedidos y acompañados de algún invento antropométrico.

Calleja, 1892.

1. - EL PROBLEMA

Las mediciones antropométricas son un recurso metodológico que constituye el eje central en muchas investigaciones y adquieren cada vez más aplicaciones en el campo de kinantropometría. Su uso se ha masificado en los últimos años: actualmente se utiliza en la industria, en el área militar, a nivel educativo, en el área de la salud y más recientemente con mayor énfasis en el deporte.

Por medio de la antropometría se cuantifica la variabilidad, principio fundamental de la biología humana. Esas variaciones biológicas han sido el tema de interés para distintas especialidades científicas, en las cuales se hace énfasis en las diferencias que se reflejan en la forma y la función corporal entre grupos étnicos, género, edad, ciclo de vida del individuo, así como a desigualdades intra e inter poblaciones, que han dado lugar a numerosas investigaciones. Las informaciones obtenidas cubren un amplio rango en el campo biomédico, que van desde los cambios reportados durante el crecimiento, el dimorfismo sexual, envejecimiento y el monitoreo del estado nutricional, hasta la evaluación de los impactos del ejercicio y la actividad física en el organismo.

En este contexto es importante lograr que el dato primario antropométrico sea confiable, pues, como lo señalan Jordán et. al. (1979), en el caso de estudios realizados en humanos, donde la variabilidad es el componente fundamental, la posibilidad de cometer errores se incrementa. Todas las dimensiones antropométricas están sujetas a sesgos y errores, pero si los antropometristas se someten a un proceso de control de calidad (cuantitativo y cualitativo) estas discrepancias se pueden minimizar. Norton y Olds (1996), sostienen que el error de medición es evidentemente un problema fundamental en la antropometría debido a: 1- el movimiento de los individuos involucrados en la apreciación de la medición; 2- la postura de los mismos; 3- la presión en la aplicación del instrumento; 4- el espesor de los tejidos; 5- la localización del punto anatómico y su corrección por palpación; 6- la variación diurna. Esas diferencias en las técnicas

de medición por parte de los investigadores, han llevado a faltas sorprendentes en la reproductividad de los datos, dando lugar a resultados que deben ser vistos con reserva.

Actualmente el estudio de estos problemas ocupa a muchos investigadores en el ámbito internacional, ya Habicht (1974), sostenía que del análisis del dato primario, se puede recoger información que ayude a responder las siguientes interrogantes:

- ¿Cómo se pueden comparar las mediciones repetidas en un mismo sujeto?
- ¿Hasta qué grado son exactas las mediciones?
- ¿Hasta qué punto se acercan a los valores de un estándar ya aceptado?
- ¿Dónde están localizados los errores?
- ¿Se trata sólo de falta de atención, de un error sistemático al aplicar la medición, o bien es defectuoso el propio procedimiento?
- ¿Cuál es la presión ejercida a nivel del proceso mastoideo para obtener la estatura máxima y la talla sentado?

Las respuestas a cada una de estas preguntas pueden obtenerse mediante el análisis detallado de las mediciones antropométricas efectuadas. Sin embargo un buen método de estandarización proporcionaría magníficos indicios, pues permite un rápido acopio de información y localización de los errores.

Mueller y Martorell (1988) se refieren a esta problemática y señalan los posibles errores y sesgos en que se incurre si no hay una estandarización apropiada. El control de calidad puede obtenerse realizando el siguiente procedimiento:

- a- La capacitación del personal en la ejecución de las mediciones y uso correcto de las mismas.
- b- La verificación de la aptitud para utilizar cada instrumento de medición.
- c- La constatación de la existencia de errores de observación.

- d- Realizar en la medida posible, la rotación del personal en el trabajo, una vez que la fatiga se hace presente.

Branson et al., (1982), sostienen que los errores de medición pueden ser minimizados a través de un entrenamiento estandarizado cruzados (inter-intra), procedimiento que permite disminuir la variabilidad entre los antropometristas. En todo trabajo de investigación donde participan diferentes observadores (medidores) la falta de uniformidad reduce la confiabilidad de los resultados, y puede conducir a conclusiones falsas. En ese sentido, León Pérez (1985), indica que como todo procedimiento técnico, la antropometría se fundamenta y se caracteriza por la unidad del fin y los medios de un sistema de reglas y formas, donde los distintos procedimientos se realizan de manera preestablecida y con un orden tal, que lleve al logro del objetivo previsto, permitiendo a su vez la comparación de sus resultados.

Se debe señalar además que son muy escasos los trabajos que reportan los errores de medición, esas imprecisiones arrojan dudas sobre la confiabilidad de los datos. Un problema importante en los estudios antropométricos es lograr que los datos primarios obtenidos ofrezcan credibilidad, es decir que los valores se acerquen lo más posible a la realidad. De ahí que Esquivel (1995), plantea que a fin de precisar los errores cuantitativos y poder brindar una información lo más objetiva posible acorde con la realidad que se está estudiando, se deben tener en consideración procedimientos estadísticos tales como, la magnitud de los coeficientes de correlación entre diferentes mediciones (réplicas). Estas técnicas permiten precisar los errores cuantitativos y cualitativos y por tanto proporcionan una información más objetiva del problema en estudio.

La obtención de datos confiables para evaluar distintos grupos de poblaciones, con fines diversos, requiere de tiempo y disponibilidad de recursos humanos y materiales. Para el logro de este objetivo se deben reunir ciertas premisas, entre las cuales se pueden mencionar las siguientes:

- Los procedimientos de muestreo utilizados deben experi-

sarse en forma clara, ser reproducibles y cumplir con los requerimientos de representatividad y precisión que permitan una correcta interpretación de los resultados obtenidos.

- Para la obtención de valores de referencias que caractericen al grupo estudiado, las mediciones deben haberse efectuado en una muestra sana (López Blanco et al., 1995).
- Las mediciones deben realizarse y registrarse en forma cuidadosa por técnicos adiestrados, utilizando instrumentos calibrados y de eficacia reconocida.
- Deben conocerse los procedimientos empleados para garantizar la confiabilidad de las mediciones efectuadas en el terreno y para la validación de la información.

Rodríguez (1996); Lohman et al., (1988); Branson et al., (1982), sostienen que en la práctica el grado de dificultad varía en función del sitio de medición que se está evaluando. Por ejemplo, en los pliegues cutáneos, la variabilidad tanto en el grosor de la piel, como en la compresibilidad del pliegue, afecta la relación entre la lectura del calibrador y ciertas zonas del cuerpo. Las características individuales de los sujetos medidos (recién nacidos, deportistas, obesos y personas de tercera edad), pueden introducir dificultades adicionales en la técnica de medición, que muchas veces son significativas y por consiguiente alteran los resultados. Un ejemplo de esto, es lo encontrado por Lohman (1981) para el pliegue cutáneo del tríceps, quien demostró que si el punto de aplicación del calibrador de grasa se desplaza 2.5 cm próximo, distal, medio o lateral del punto medio, ese grosor cambia en promedio de 2 ó 3 mm. Particularmente resaltante es el hallazgo de que el promedio en los pliegues cutáneos de tríceps fue de 9.7 mm cuando se tomaba 2.5 cm por debajo del punto medio y de 14.6 mm cuando se tomaba 2.5 cm por encima del punto medio.

Las ventajas de la antropometría, que se ponen de manifiesto en el manejo del instrumental, su bajo costo, además de la realización de mediciones masivas simultáneas en el campo, convergen para hacer del procedimiento algo "sencillo". Estas caracte-

terísticas dan lugar a un uso y abuso de la técnica, ya que el personal no entrenado correctamente realiza mediciones, disminuyendo de esta manera la objetividad, la precisión y por consiguiente la confiabilidad del dato. Numerosos investigadores señalan las ventajas que tienen las mediciones antropométricas, entre las cuales se encuentran: a) pueden identificar y representar un fenómeno, b) se expresan en forma numérica, c) sus principales limitaciones son conocidas, e) el registro de esos parámetros es relativamente simple, objetivo y no implica grandes inversiones de equipo, f) se pueden repetir cuantas veces se considere necesario que no es invasivo. Pérez y Ledezma (1990), señalan además que el tratamiento y métodos de análisis aplicados a las mediciones antropométricas prácticamente son ilimitados, los mismos se ajustan a los intereses y objetivos de una investigación.

Según Pareja et al., (1989), en el diseño de los estudios antropométricos, los resultados han demostrado la importancia de incorporar la duplicación de medidas en un porcentaje de sujetos (alrededor de un 10% de la muestra), esto permite evaluar la confiabilidad de las mediciones, identificar sesgos debidos a malas mediciones y hacer los correctivos correspondientes.

Una baja confiabilidad puede ocasionar una disminución en las diferencias reales entre las variables, enmascarar la necesidad de mayor tamaño de la muestra y omitir la presencia de sesgo en la selección de la misma. En ese sentido, el reto que se presenta actualmente a los profesionales que utilizan la antropometría, es lograr que los procedimientos a seguir para evaluar distintas poblaciones, se ajusten a los controles de calidad recomendados internacionalmente, garantizando así la validez del dato antropométrico.

En síntesis, toda la bibliografía sobre el error de medición señala que los datos antropométricos deben cumplir con ciertas características básicas: precisión, confiabilidad, exactitud y validez (Norton y Olds, 1996). Se entiende como precisión la aptitud de un evaluador para repetir la medición en un mismo sujeto con una mínima variación. La exactitud vendría dada por la destreza que posea el técnico para obtener una medición que se acerque

más posible a la del antropometrista criterio. La confiabilidad es el grado en el cual una medida se reproduce en el tiempo, es decir, una misma prueba aplicada a un mismo grupo de sujetos debe dar resultados coincidentes en igualdad de condiciones. Por último, la validez estará dada por la capacidad de la técnica para medir lo que realmente se quiere evaluar, previos criterios específicos acordados, que permitan una comparación objetiva con otros métodos, que se estén utilizando para evaluar al mismo sujeto.

2.- OBJETIVOS

Los objetivos de esta investigación son los siguientes:

Objetivo General:

Establecer medidas de control de calidad para la detección de errores en la técnica y procedimientos antropométricos.

Objetivos Específicos:

1. Diagnosticar el nivel de conocimiento teórico – práctico que tienen los diferentes usuarios de la técnica antropométrica.
2. Determinar la necesidad de establecer controles de calidad (cuantitativo y cualitativo) en la evaluación antropométrica de distintos tipos de poblaciones.
3. Comparar los resultados del control estadístico cuantitativo que se obtengan en la investigación, con los límites de tolerancia o nivel de significación biológica propuestos por la Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría.
4. Identificar las características que definen el perfil que poseen los usuarios de la técnica antropométrica.
5. Determinar la factibilidad de implementar la propuesta de estandarización entre los diversos usuarios de la técnica.

3.- JUSTIFICACION

La Antropometría ha ido extendiendo su radio de acción como técnica esencial en el análisis de los problemas de la Antropología Física que miden la variabilidad humana, pero la gran cantidad de investigadores que la utilizan no se corresponde con el conocimiento que deben tener sobre los aspectos teóricos y prácticos fundamentales de la misma (Martínez, 1985). Muchas de las mediciones no son confiables, sin embargo, son usadas en forma rutinaria con propósitos comparativos. La importancia de aplicar la técnica apropiada y la localización de los sitios de medición han sido en décadas pasadas reportados por Behnke y Wilmore (1969), quienes señalan que la mínima falla en las mediciones puede ser fuente de grandes errores en la estimación de los parámetros relacionados con el perfil físico y el estudio morfológico de los individuos. Es nuestra obligación como profesionales de la Antropología ser metódicos en los procedimientos para la evaluación de la estructura física y nutricional de distintos tipos de poblaciones.

Lohman et al., (1988); Rodríguez y Sánchez (1987); Pérez Ledezma (1990), coinciden en señalar la importancia de estandarizar los procedimientos antropométricos en las diversas áreas, donde la antropometría es de uso cotidiano: bioantropología, medicina, salud pública, industria, ergonomía, educación y deportes; para poder evaluar con objetividad y validez el maravilloso mundo de la variabilidad humana. De allí la importancia de esta investigación, la cual busca aportar metodologías que ayuden a estandarizar a los individuos de diferentes instituciones que utilizan la antropometría en su trabajo diario. De esta manera se evitaría comprometer la confiabilidad y validez de los datos antropométricos y los resultados que se derivan de ellos.

En Venezuela son escasos los estudios realizados donde se analizan los errores cuantitativos y cualitativos, en que se incurren en el uso de la técnica y el procedimiento antropométrico en la obtención del dato primario. En el país no hay acuerdos en la utilización de la técnica antropométrica y la formación de los usuarios proviene de diversas fuentes (o escuelas). Por esta razón un

guía metodológica sería de máxima importancia para médicos, nutricionistas, fisiólogos, antropólogos, profesores de educación física y entrenadores, entre otros. Estos profesionales utilizan la antropometría por ser una técnica "fácil", cómoda, de bajo costo por el material empleado, no invasiva, y de una simplicidad global frente a otras técnicas más sofisticadas, con lo cual se puede evaluar muestras numerosas. El reto que se plantea entonces es el de hacer de la práctica antropométrica, una herramienta precisa, segura y confiable.

4.- FACTIBILIDAD DE LA INVESTIGACION

Este proyecto de investigación fue viable, por lo siguiente:

1. Existe una relación profesional entre los autores y distintos especialistas que utilizan la antropometría a nivel nacional con diversos objetivos, lo cual facilitó la entrega directa de los instrumentos para recabar la información.
2. Se establecieron contactos previos con algunos centros e instituciones que desde hace algunos años vienen trabajando en la evaluación de diversos tipos de poblaciones con la técnica antropométrica. (Fundacredesa, Instituto Nacional de Deportes, Empresas Petroleras y sus laboratorios de salud, Gimnasio Valle Arriba Athletic Center, Pedagógico de Caracas, Hospital de Niños J. M. de Los Ríos, Centro de Atención Nutricional Infantil de Antímano, Universidad Simón Bolívar, Universidad Central de Venezuela y la antigua Fundación CAVENDES).
3. Se contó con la asistencia técnica de personas que trabajan con evaluaciones antropométricas, reconocidos especialistas en este tipo de evaluaciones, que han preparado a personal del área, para aplicar el control de calidad cuantitativo y cualitativo a las mediciones antropométricas. El procesamiento de los datos de la muestra estudiada se realizó bajo la supervisión de un especialista en el área de la informática.

4. Los gastos que ocasionaron las actividades propias de investigación, como fueron el pago de personal, viaje interior del país, compra de materiales de papelería y herramientas de trabajo como el equipo de computación, fueron financiados por el Consejo de Desarrollo Científico Humanístico de la Universidad Central de Venezuela.
5. Se establecieron contactos con expertos nacionales e internacionales en el área de la Kinantropometría, entre los que se destaca el profesor cubano Carlos Rodríguez, con quien se discutió parte de esta investigación.
6. Se realizó una extensa revisión bibliográfica sobre el tema en estudio, la misma abarcó desde 1940 hasta 1999, recabando información valiosa que permitió cubrir aspectos como: historia, evolución y tendencias de la antropometría, las fuentes y magnitudes del error de medición, así como las diversas propuestas para detectarlo, corregirlo y minimizarlo.

CAPITULO II

Revisión bibliográfica y documental

"Esta representación del cuerpo humano tal como yo la veo aparecerá a tus ojos en toda su naturalidad, si queremos conocer la estructura del hombre anatómico debes considerarlo desde distintos ángulos".

Leonardo Da Vinci. (1452-1519)

1.- LA ANTROPOMETRÍA. ASPECTOS HISTÓRICOS

1.1. Origen, Concepto, Evolución y Tendencias Actuales

Los avances de nuestra época en el área de la antropología física, no serían posibles sin la contribución de numerosos científicos, quienes desde años muy lejanos levantaron los cimientos de las investigaciones sobre el físico humano y su actividad intentaron dar respuesta a distintas inquietudes, haciéndose preguntas tales como: ¿qué es el cuerpo humano?, ¿de qué se compone?, ¿cómo funciona?. Siempre ha existido una preocupación del hombre por conocer su estructura corporal; así se refleja en los estudios de Hipócrates que datan de los años 460-377 A.C. Este científico definió uno de los primeros sistemas de clasificación biológica, concluyó que el ser humano estaba formado por cuatro componentes a los que denominó "humores": sangre, bilis amarilla, bilis negra y flema; humores que a su vez, estarían vinculados con los elementos del ambiente como el aire, la tierra, el agua y el fuego, respectivamente. Su concepto, en términos de salud y desarrollo armonioso de la estructura, se mantiene en la actualidad (García Avendaño, 1990; Ross et al., 1988).

Posteriormente, otros estudiosos contribuyen al conocimiento de la estructura biológica del ser humano así, Galeno amplió el trabajo de Hipócrates, tratando de dar una explicación genética. Leonardo Da Vinci realizó estudios sobre las características proporcionales del hombre adulto, Andreas Versalius usa la disección en animales y humanos haciendo comparaciones importantes entre ellos. De forma similar Galileo Galilei estudió las relaciones existentes entre masa y fuerza, aplicando las leyes físicas a la anatomía humana, Alfonso Borelli contribuyó a la explicación de la acción muscular sobre los mecanismos básicos del cuerpo y Lazzaro Riviere se refiere al binomio herencia-ambiente como fundamental en los estudios constitucionales. Todas estas investigaciones apuntan hacia una premisa fundamental donde se destaca que la capacidad para realizar cualquier trabajo físico, tiene una relación directa con la cantidad y la proporción de cada uno de los componentes y compartimientos del organismo.

El término Antropometría remite en la mayoría de los casos a la técnica de la medición humana y en este sentido, los primeros pasos de la actividad están signados por una "plurigénesis" ya que puede situarse tanto en la China milenaria, en la Grecia antigua, en el Mediterráneo o en el siglo XVIII, tiempo en que Linneo escribe sobre morfología, y sus contemporáneos, Blumemenbach, Cuvier, Buffon y Virchow se ocupan del hombre como especie (Prizzi, 1951). La Antropometría surge como una necesidad de dar respuestas de un modo sistemático, a todas aquellas observaciones simples que se hacían antiguamente de las mediciones de la anatomía humana. Esas valoraciones se caracterizaron por la subjetividad y errores producto del desconocimiento de puntos anatómicos fijos, que impedían o limitaban una certera interpretación de la constitución de los sujetos. De esas valoraciones particulares la antropometría se servía para realizar comparaciones y establecer puntos de divergencia a niveles poblacionales, pudiendo aportar de modo objetivo con suficiente evidencia, que ninguna raza humana es superior a otra desde el punto de vista biológico.

El término antropometría lo empleó por primera vez Elsholtz en la Universidad de Padua en el siglo XVII, posteriormente, Georges Cuvier en el siglo XVIII retoma el concepto. En un comienzo fue utilizado solamente por antropólogos en los estudios sobre la evolución del hombre, más tarde en investigaciones sobre ecología humana y la adaptabilidad del hombre a su medio ambiente. Con Franz Boas a finales del siglo XIX, se aplicó en los estudios de crecimiento. Desde ese momento la antropometría ha ido adquiriendo un gran auge en los diversos terrenos de la salud, militar, industrial y deportivos.

Para 1870, existía una casi total unificación internacional de la incipiente técnica antropométrica, aplicándose el sistema de Paul Broca, pero los tiempos de guerras impulsaron nuevas técnicas antropométricas; fue H. Von Ihering en 1874 quién incluyó nuevas medidas, con lo cual se crearon confusiones y se dificultaron las investigaciones. Así en la Convención Antropométrica de 1882 en Frankfort se aprobó un nuevo proyecto. Por su parte los

ingleses encabezados por P. Topinard en 1885 hacían nuevas propuestas.

En 1892 en el XI Congreso Internacional de Antropología en Moscú se nombró un comité que se encargaría de unificar los criterios de alemanes, franceses e ingleses, pero fue poco lo que se avanzó. En 1906 el XIII Congreso de Antropología, celebrado en Mónaco, dio un paso adelante en cuanto a la estandarización cuyos lineamientos aparecen recogidos en la "Convención de Mónaco". El XIV Congreso celebrado en Ginebra 1912, culminó la obra iniciada en Moscú y Mónaco, dando paso a los lineamientos que se establecieron en la Convención de Ginebra. En 1932, transcurridos 20 años de esta última reunión, surge el "Comité Internacional de Estandarización de Técnicas Antropológicas" (Londres), presidido por Vallois y Sauter. Por otra parte la American Association of Physical Anthropologists en 1935 acordó revisar las técnicas utilizadas que pudieran servir de base a una Convención Internacional; se señalan temas importantes como: nomenclatura antropométrica, instrumental y accesorios, medidas, observaciones visuales, etc. Esa reunión se produce en 1938 en Ginebra por representantes americanos e ingleses (Comas, 1957).

Con motivo de la llamada Reunión de París en 1969, un grupo de investigadores internacionales, provenientes de 20 naciones, de distintas disciplinas científicas diseñaron el Programa Internacional de Biología (PIB), el cual enfatiza la necesidad de cumplir con una serie de normas y condiciones que deben considerarse en lo que se refiere al recurso humano y a los instrumentos de trabajo donde se van a aplicar las pruebas antropométricas (Weiner y Lourie, 1969). Previamente designándose por su importancia la aparición entre los años 1940 y 1970 de varios textos clásicos: Hrdlicka en los años 1920, 1939 y 1947; Montagu en 1960; Garret y Kennedy en 1971 y Martin Saller entre 1957 y 1959, este último actualizado recientemente por Knubmann en 1988 (Esparza, 1993). En la Conferencia Internacional de Estandarización Antropométrica, que contó con la participación de 45 especialistas, realizada en Airlie, Virginia en 1988, se discutieron de nuevo estos temas y se publicó el manual titulado

Anthropometric Standardization Reference Manual. En 1990 aparece otra publicación más general a cargo de Frisancho, en la cual se dedican dos capítulos del libro a las mediciones antropométricas (Esparza, 1993).

Ross y Marfell-Jones (1991) de la Asociación Canadiense de Ciencias del Deporte introducen modificaciones referidas a la localización de nuevas medidas como es el caso del pliegue supraespinal.

En 1991 Lindsay Carter y William Ross en un documento titulado *Basic Anthropometry for Human Biology and Sport Medicine*, esbozan criterios de homogeneización sobre las mediciones antropométricas. Este documento se utilizó como manual en el estudio antropométrico de los atletas de los deportes acuáticos, cuyo evento se celebró en Perth-Australia en 1991. Con anterioridad, en el Proyecto Antropológico de los Juegos Olímpicos en México (1968), y el Proyecto Antropológico de los Juegos Olímpicos en Montreal (1976), se introducen nuevas variables antropométricas que luego son aplicadas por los investigadores de la Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría (ISAK).

A pesar de todas las reuniones y encuentros que se han realizado en el pasado, y del trabajo y la práctica diaria, surgen diversas interrogantes, entre las cuales se pueden mencionar:

- ¿Qué tipo de calibrador de grasa utilizar, el plástico, el de metal o el computarizado?
- ¿Existen diferencias entre los valores que se obtienen al medir del lado derecho y del izquierdo?
- ¿Cómo se debe tomar la estatura, con o sin tracción?
- ¿Existe alguna diferencia si las evaluaciones se realizan en horas de la mañana o de la tarde?
- ¿Qué tipo de cinta y antropómetro utilizar?

Las respuestas que podamos dar a estas preguntas adquieren un significado muy especial en el estudio de la estructura cor-

poral de diversas poblaciones, la dinámica actual (la práctica) ha ido encargando de esclarecer algunas de esas interrogantes.

La antropometría, llamada también Somatometría, es la técnica fundamental de la Antropología Física, se refiere a la descripción de las variaciones corporales del hombre por medio de la medición. El significado etimológico del término Antropometría deriva de las raíces griegas "*Anthropos*" (especie humana) y "*metrein*" (medir), es decir, medidas del cuerpo humano. Páez Comas (1957) la Antropometría es la técnica sistematizada para medir y realizar observaciones del cuerpo humano, tanto en el esqueleto, como en el sujeto vivo utilizando métodos adecuados y científicos. Lasker (1994), define a la técnica antropométrica como aquella que permite la evaluación y comparación de los aspectos morfológicos a través de la medición, cuando se lleva a cabo en el ser humano, dándonos a conocer las medidas del cuerpo humano en su totalidad en forma directa, así como por segmentos. Por su parte Tanner (1986), la conceptualiza como la técnica que expresa cuantitativamente la forma del cuerpo.

La premisa fundamental que maneja la técnica antropométrica, es que el cuerpo humano no funciona de manera estática y que sus estructuras varían continuamente dependiendo del funcionamiento que se les da a las mismas, es por ello que plantea que los aspectos morfológicos pueden ser evaluados y comparados a través de su medición y ésta debe ser llevada a cabo de una forma estandarizada (Lasker, 1994). En los últimos años, la interrelación cuantitativa entre la estructura humana y su función ha producido un creciente interés que se expresa en sus diversas aplicaciones o usos (Figura 1) y en la gran cantidad de artículos científicos publicados.

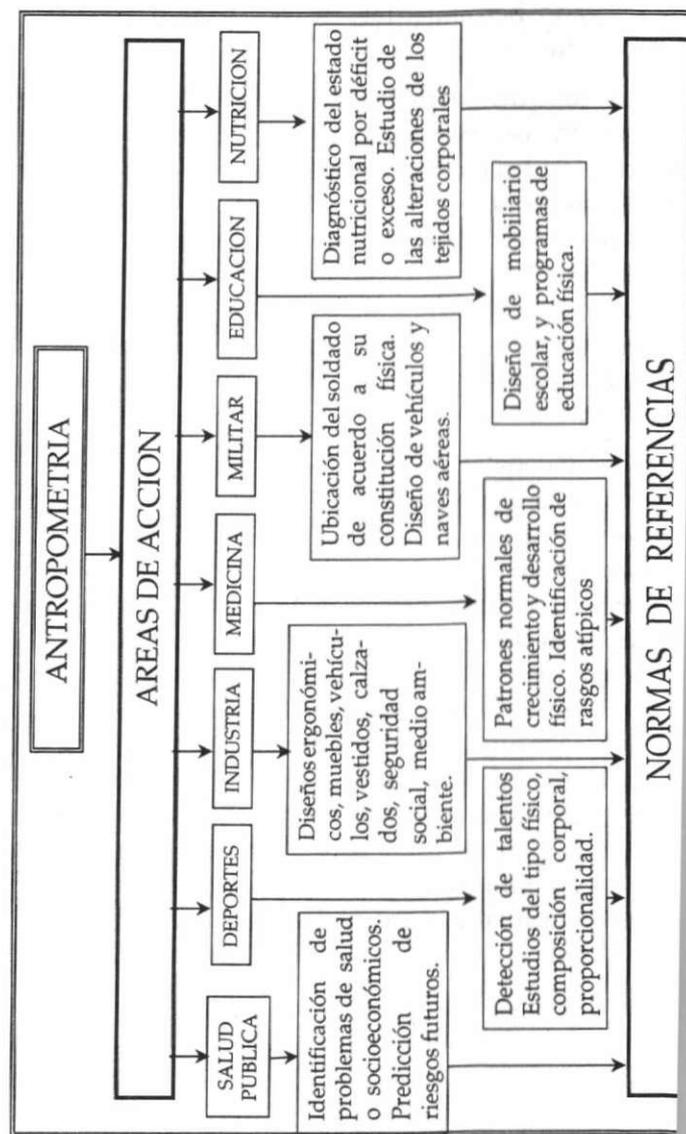
Es así como se constata la aplicación de la antropometría en diversas disciplinas como en la medicina y ciencias afines, donde los estudios de crecimiento y desarrollo se utilizan para definir las diversas variaciones normales y patológicas de dichos fenómenos. En los servicios armados que van desde la confección del vestuario, la selección de los no aptos o idóneos para desarrollar diversas tareas, hasta el diseño ergonómico de las diferentes

mas y unidades de acción (carros blindados, aeronaves, etc). En la industria, en el diseño de muebles, vehículos, confección de ropas, calzado, herramientas, etc., con grandes resultados prácticos y económicos.

En lo que respecta a la aplicación de la técnica antropométrica en personas que realizan actividades físicas, su objetivo se centra en la evaluación, seguimiento y monitoreo de las medidas corporales, para analizar las transformaciones que tienen lugar en el deportista, producto de la interacción dialéctica entre la estructura morfológica y el componente fisiológico. Es así como se investigan las variaciones morfológicas y funcionales de los atletas como manifestación de la capacidad adaptativa del organismo, ante la influencia de la actividad física planificada y sistemática.

Se han constatado los usos de la antropometría en el pasado y cómo esta técnica puede ser aplicada en la biología humana, al permitir evaluar los cambios producto de la ontogenia y el medio ambiente (nutrición y actividad física). Este recorrido por la historia, uso y aplicaciones de la antropometría pone de manifiesto que esta técnica no se puede considerar simplemente como un ejercicio de medición. Nada más lejos de la verdad, son muchos los factores involucrados en este proceso; así se podrían señalar por ejemplo que las proporciones, composición, forma y funcionamiento del cuerpo varían según la edad, sexo, raza e incluso el grupo laboral. Si no se cuenta con un conocimiento teórico y unos procedimientos muy rigurosos se puede incurrir en la obtención y el manejo de un dato somatométrico falso, lo cual da como resultado un diagnóstico que carece de objetividad y confiabilidad.

FIGURA 1
LA ANTROPOMETRIA USOS Y APLICACIONES



2.- KINANTROPOMETRIA O CINEANTROPOMETRIA

2.1.- Definición y Alcance Social

Lambert Jacques Quetelet entre 1796-1874, considerado como el padre de la antropometría, fue el primero que aplicó los métodos estadísticos a las medidas humanas (Galiano, 1990). Desde entonces hasta nuestros días, la Kinantropometría o Cineantropometría se ha ido desarrollando y expandiendo por todo el mundo, contando actualmente con varios equipos internacionales, entre los cuales se pueden mencionar: Kinanthropometry Interest Group of the Africa (KIGA), India National Working Group on Kinanthropometry (INWGK), Grupo español de Cineantropometría (GREC), Australia-National and West Atralia Groups y Kinanthropometry American Project (KASP). La Kinantropometría nace como un nuevo campo de estudio científico interdisciplinario (antropólogos, médicos, nutricionistas, fisiólogos, biomecánicos, profesores de educación física, entre otros) con el propósito de unificar criterios y métodos en el estudio de la evaluación del hombre en movimiento, se busca la correspondencia entre las características morfológicas y las respuestas fisiológicas, considerándose como un puente entre la relación estructura-función.

Esta nueva disciplina comenzó a desarrollarse a mediados de la década de los setenta; anterior a esa fecha los términos antropometría dinámica, antropología fisiológica o antropología deportiva, agrupaban a un conjunto de investigadores con un objetivo común: analizar la influencia de la actividad física y el deporte en el biotipo (Pérez y Ledezma, 1990).

El término francés *Kinanthropologie* fue utilizado por primera vez en 1966 por Roch Meynard de la universidad canadiense de Laval y es descrito en un artículo de William Ross en el año 1972 incluido en la revista belga *Kinanthropologie* (Esparza, 1993). Posteriormente en el año 1976, se celebró en Canadá, en forma simultánea con los Juegos Olímpicos de Montreal, el Congreso de Ciencias de la Actividad Física. Dos años más tarde en Brasilia se conformó el grupo internacional de trabajo para la

Kinantropometría, conocido con las siglas IWGK, auspiciado por el Concilio Internacional de Ciencias del Deporte y Educación Física (ICSSPE), y oficializado por la UNESCO. La ciudad de Glasgow en 1986, fue escenario de otra reunión donde este gran trabajo cambia su nombre por el de la Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría (ISAK), con Jan Borjesson como su primer presidente. Esta institución fue reconocida y financiada por la Universidad Simon Fraser de Canadá y la Comisión Médica del Comité Olímpico Internacional (COI) (Nordenfalk, 1995). En 1990, se forma una comisión que involucra a Canadá, Sur América, Centroamérica y los países del Caribe conocida como Kinantropometry American Project (KASP), que hasta el día de hoy sigue trabajando.

Desde entonces esta nueva rama de la ciencia ha adquirido una rápida aceptación, puesta de manifiesto en la gran cantidad de investigaciones y artículos en la literatura científica del deporte. Hasta los momentos se han realizado seis congresos: I. Quebec, 1976; II. Lovaina, 1978; III. Glasgow, 1986; IV. Bruselas, 1990; V. Budapest, 1994 y VI. Adelaine, 1998.

La palabra Kinantropometría o Cineantropometría, que es el resultado de la conversión al idioma castellano del término inglés *Kinanthropometry*, se deriva del griego *Kinein* que significa locomoción, movimiento; *Anthropos* que significa humano y, por último, *metrein*, que quiere decir mediciones. Kinantropometría generalmente significa el estudio de las mediciones del hombre en movimiento. Carter (1982), Ross y col. (1988), definieron a la Kinantropometría como el estudio del tamaño, proporción, maduración, forma y composición corporal, y funciones generales del organismo, con el objetivo de describir las características físicas, evaluar y monitorear el crecimiento, nutrición y los efectos del entrenamiento. De igual manera esta rama de la ciencia proporciona las herramientas para determinar la condición óptima por categoría de peso en los deportes, así como la detección de talentos (Figura 2). La Kinantropometría es una disciplina científica aliada a la educación física, antropología física, medicina, ergonomía, fisiología, nutrición y gerontología; es una interfaz

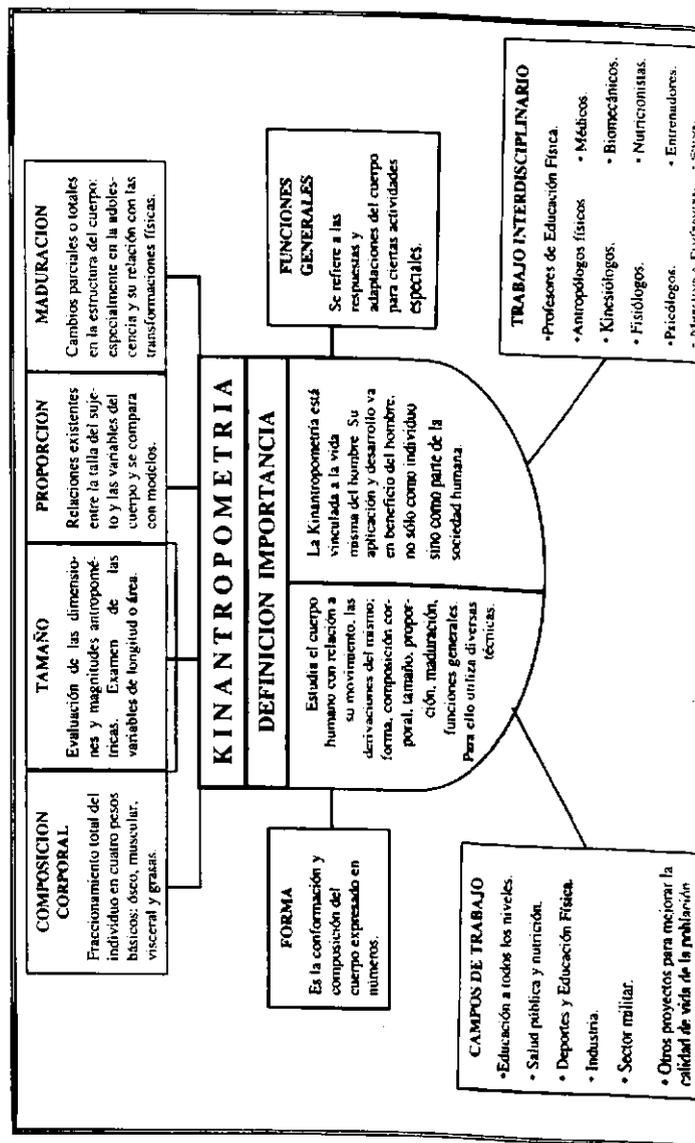
cuantitativa entre morfología y fisiología, o estructura y función para ayudar a interpretar la dinámica del crecimiento, el ejercicio, la nutrición y la influencia del movimiento en el físico humano.

Tittel (1978); Ross et al., (1988), sostienen que este término sirve también para identificar los factores biomecánicos implicados en la expresión de la fuerza centrípeta procedente de los miembros hacia el tronco o la fuerza centrífuga desde él hacia los objetos externos. Como ha sido establecido por los investigadores de biomecánica y fisiología, la forma del cuerpo y la función están íntimamente relacionadas y la misma juega un papel determinante en la ejecución deportiva. Esto quiere decir, que la capacidad para realizar un trabajo o ejercicio físico va a estar íntimamente relacionado, con la cantidad y proporción entre los diferentes tejidos y segmentos corporales que componen el cuerpo humano y con la economía al realizar los movimientos. (Figura Nº 2).

El fundamento de la Kinantropometría es el estudio interdisciplinario de las mediciones del cuerpo humano, su movimiento y las derivaciones del mismo. Se considera también su aporte como parte importante en el análisis de las transformaciones que tienen lugar durante el proceso de maduración, de especial significado en la adolescencia, que inciden en la forma de los individuos. La proporción es otro elemento que debe ser tomado en cuenta y corresponde a la relación entre la talla del sujeto y las dimensiones de su cuerpo. La composición corporal también está implícita en la kinantropometría y su determinación se realiza a través de diferentes métodos; uno de ellos es la cuantificación de los tejidos adiposos para el cálculo del nivel de grasa del cuerpo y así deducir el peso magro, entre otros. Por último, se consideran las funciones generales, que son los cambios y adaptaciones fisiológicas del organismo ante un estímulo determinado, por ejemplo la actividad física intensa y definida como en el caso del deporte.

En síntesis, se trata de entender tanto la variabilidad funcional como la variabilidad física del sujeto en movimiento, comprender como funcionan e interactúan esos componentes y como se podría mejorar la *performance*. Por ejemplo, determinar el deporte aeróbico más conveniente para un pre-adolescente y un

FIGURA 2
KINANTROPOMETRIA DEFINICION Y ALCANCE SOCIAL



adolescente con una buena resistencia, depende de la evaluación de los elementos de la composición corporal, tales como el volumen corporal total, el tipo de fibra muscular, la relación peso-estatura y la proporción entre la parte superior e inferior del cuerpo. Es importante también tomar en consideración el sistema de transporte de oxígeno y su relación con la maduración esquelética y sexual.

Por estas razones la kinantropometría no puede ser definida como un método más; por el contrario se vale de diferentes métodos para el logro de sus objetivos. Bajo un carácter multidisciplinario, se desarrolla gracias al interés y constancia de numerosos investigadores que hacen cada día más aportes, al incorporar nuevos métodos y perfeccionar instrumentos de medición. Según la Sociedad para el Avance de la Kinantropometría (ISAK), un buen kinantropometrista es aquel que domine por lo menos tres (3) de los aspectos que se desarrollan dentro del área, además de haber realizado un número considerable de mediciones. Behnke, especialista en composición corporal sostiene que, una persona debería tomar 100 veces una misma medida, antes de recopilar datos científicos.

En conclusión se puede decir que la kinantropometría está inmersa en los estudios de la Biología Humana, pero con ramificaciones en otras disciplinas científicas, que permiten conocer al ser humano en forma individual o poblacional. Dada la gran variabilidad que los hombres presentan en su morfotipo, algunos deportes son más apropiados para unos individuos que para otros. El estudio de la relación dialéctica forma-función, constituye un instrumento básico con fuerte dependencia genética para la identificación de los futuros campeones deportistas. Por otro lado los kinantropometristas, independientemente de su área de trabajo, pueden ser consultados para evaluar el crecimiento, el desarrollo, la nutrición y composición corporal de los sujetos, con el fin de preservar el bienestar físico y la salud. Es evidente que toda esta información es de gran importancia para la planificación de programas educativos, médicos y deportivos.

2.2.- La Sociedad para el Avance de la Kinantropometría (ISAK) y su Aporte a la Antropometría.

Esta organización ha mostrado una gran preocupación por el mejoramiento de las técnicas de mediciones, a tal fin realiza cursos de acreditación antropométrica desde 1993, otorgando diferentes niveles de certificación. Estos cursos realizados conjuntamente con los grupos de trabajos internacionales que funcionan en los cinco continentes, tienen el propósito de estandarizar los diversos usuarios de la técnica, para elevar la calidad de las mediciones antropométricas.

Son cuatro los niveles de acreditación otorgados por la ISAK, un grupo de trabajo que ha determinado sus propios requerimientos para cada nivel de acreditación. Los tres primeros niveles de antropometría son otorgados en base a un entrenamiento formal teórico y práctico. Sólo los niveles tres y cuatro están acreditados para llevar a cabo los cursos de entrenamiento en antropometría. Algunos de los lineamientos para la acreditación de los diversos niveles son:

Nivel 1. (Perfil Restringido): Curso de 30 Horas Teórico Práctico.

Incluye el manejo de las siguientes variables: peso, estatura, 8 pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, bíceps, iliocresta supraespinal, abdominal, muslo anterior y pantorrilla media), circunferencias (brazo relajado, brazo flexionado, cintura, cadera y pantorrilla) y 2 diámetros (húmero y fémur). Para lograr la certificación hay que evaluar 20 individuos y calcular el Error Técnico de Medición. Como prerequisite, se debe estar afiliado a ISAK.

Los antropometristas acreditados en este nivel deben demostrar una alta precisión técnica en la medición de todas las variables que incluye el perfil restringido frente a un antropometrista de nivel 3 o nivel 4, determinándose el error técnico de medición intra e inter observador.

Nivel 2. (Perfil Completo): Una Gran Precisión en Todas (40) las Dimensiones. Curso Teórico - Práctico de 44 horas.

Involucra la medición de las variables antropométricas: peso, estatura, 8 pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, bíceps, cresta ilíaca, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pantorrilla media), 13 circunferencias (cabeza, cuello, brazo relajado, brazo flexionado, antebrazo, muñeca, tórax, cintura, cadera, muslo superior, muslo medio, pantorrilla y tobillo), 8 longitudes (acromio - radial, radial - estilión, estilión medio - dactilión, ilioespinal - alto de la caja, trocanterión - alto de la caja, trocanterión-tibial lateral y tibial medial - esfirión tibial) y 8 diámetros y longitudes (biacromial, biiliocrestal, transversal del tórax, anteroposterior del tórax, húmero, fémur, talla sentado y longitud del pie).

Para optar a este nivel se deben cumplir como prerequisites: haber finalizado satisfactoriamente el nivel 1, o haber completado un estudio universitario que pudiera ser considerado como apropiado por el coordinador de procedimientos, en asociación con el antropometrista criterio reconocidos por ISAK. Se otorga el certificado al finalizar satisfactoriamente el curso de antropometría (nivel 2), completar al menos dos perfiles completos en presencia de un antropometrista de nivel 3 (instructor) o nivel 4 (criterio) y realizar la evaluación de 20 sujetos, demostrando una alta precisión técnica en la medición de todas las variables que incluye el perfil completo. Asimismo, presentando el error técnico de medición intra e inter observador debe situarse dentro de los límites establecidos.

Nivel 3. (Instructor): Curso teórico práctico de 60 horas.

Debe tener un conocimiento teórico práctico de la antropometría para instruir y para acreditar antropometristas de los niveles 1 y 2.

Evalúa las mediciones de las variables que constituyen el perfil antropométrico completo: edad, estatura, peso, 8 pliegues, 13 circunferencias, 10 longitudes y 6 diámetros. Se exige como

prerequisitos haber cumplido satisfactoriamente con la acreditación en el nivel 2 o curso equivalente, tener un título universitario en un área relevante, una experiencia comprobada en antropometría (al menos 100 evaluaciones completas) y ser miembro de ISAK.

Se otorga el certificado al finalizar satisfactoriamente el curso de antropometría (nivel 3), evaluar al menos dos perfiles completos en presencia de un antropometrista de nivel 4 (criterio) y realizar la evaluación de 20 sujetos demostrando una alta precisión técnica en la medición de todas las variables que incluye el perfil completo. Debe lograr un error técnico de medición intra e inter observador dentro de los límites establecidos.

Nivel 4. Antropometrista de criterio.

Gran experiencia en la toma de medidas, experiencia en el perfil completo, un elevado nivel teórico-práctico, haber dirigido o estar involucrado en diversos proyectos antropométricos y tener registros y publicaciones en antropometría. Este nivel se puede obtenerse haciendo una presentación directamente a ISAK.

Todos estos nuevos procedimientos y cursos han permitido el florecimiento de la Kinantropometría o Cineantropometría en otras áreas como son los indicadores funcionales y el rendimiento motor. Así mismo, su fomento va más allá del hombre movimiento y su relación con la actividad física y el deporte, hacia otros campos de la sociedad, íntimamente relacionados con la salud.

Como una forma de ilustrar el procedimiento que emplea ISAK para la acreditación en los diversos niveles, presentamos en el Anexo 1 los errores técnicos de medición (ETM) intra-observador obtenidos por los autores en el año 2000, para alcanzar el nivel 3 (L3) de la Sociedad.

3.- ALGUNOS ASPECTOS ETICOS APLICADOS EN LAS EVALUACIONES ANTROPOMETRICAS

La investigación antropométrica con fines diversos, es un tópico delicado, ya que, en la antropometría hay una interrelación muy cercana (mediciones del cuerpo) entre el evaluador y los sujetos que se están evaluando, es decir, hay un proceso de intervención de la privacidad de la persona. Es por ello que se ha tratado de establecer algunos parámetros o pautas para todos los usuarios de la técnica antropométrica, que permitan familiarizarse con algunos de los principios éticos que sirvan de norte en la actuación profesional.

Los principios éticos permiten orientar a los diversos profesionales del campo de la salud para evitar ciertas situaciones conflictivas en donde pueden estar involucrados tanto el investigador como los sujetos en estudio. En los últimos años estas medidas hacen un mayor énfasis en la protección de los sujetos involucrados contra los desmanes, inmoralidades y abusos que ciertos "profesionales" puedan cometer contra ellos. Algunas de las faltas más comunes de los investigadores con respecto a sus relaciones en el proceso de investigación podrían tipificarse en:

- Trabajos mal ejecutados por personas poco preparadas (bajo conocimiento).
- Actuar con parcialidad respecto a terceros.
- Abuso hacia los sujetos en estudio (niños, mujeres en especial).
- No cumplir los compromisos profesionales contraídos.
- Diagnósticos errados o equivocados por desconocimiento.
- No ajustar el informe a la estricta objetividad y confiabilidad.
- Actuar negligentemente durante las evaluaciones, ocasionando lesiones a los sujetos en estudio.
- Utilizar los recursos de la investigación en beneficio propio.

- Negar información sin debido fundamento a otros profesionales (investigaciones secretas).
- Beneficiar a ciertos sectores (intereses económicos) perjudicando posteriores actividades de la profesión y a sectores involucrados en la investigación.
- Ofrecer datos insuficientes, guardando parte de la información.

La dinámica del conocimiento científico y tecnológico, muchas veces tiende hacia la deshumanización de la ciencia (CA, 1990), es por esta razón que se hace necesario que los trabajos de la investigación y la docencia fortalezcan el humanismo del hombre. En los últimos años se han venido realizando serios esfuerzos con el objetivo de dictar pautas éticas en relación a las investigaciones biomédicas con seres humanos. El comportamiento indebido de algunos médicos en la segunda guerra mundial, reconvenció a la necesidad de incorporar en toda investigación con seres humanos el factor ético, con el propósito de proteger su integridad y sus derechos. En 1947 el código de Nuremberg fue promulgado con esta intención. Contribuyeron así mismo, en este aspecto la declaración de Helsinki de 1964, revisada luego por la Asamblea Médica Mundial N° 29 celebrada en Tokio en 1975, enmendada posteriormente por la Asamblea Médica Mundial N° 35 celebrada en Venecia en 1983. De igual manera se fortaleció este enfoque con las nuevas propuestas del Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (COICM) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Todos esos organismos y los documentos derivados de sus discusiones han ayudado a definir los principios éticos más pertinentes a las investigaciones biomédicas en seres humanos.

La Bioética es definida por todas estas organizaciones con el estudio sistemático de la conducta humana en el campo de las ciencias biológicas y la atención de la salud, en la medida en que esta conducta se examine a la luz de valores y principios morales (OMS, OPS, CIOMS; 1996). La bioética abarca no solamente la parte médica, también comprende los problemas relacionados con

valores que surgen en todas las profesiones de la salud, incluyendo a los profesionales afines.

El estudio del hombre constituye entonces la base de una educación completa y del conocimiento de una normativa bien trabajada en función de dar puntos de referencia en el quehacer ético. Es así como se señalan tres criterios o principios básicos:

1. *El Principio de Respeto a las Personas*; el cual hace hincapié en el respeto a los derechos de los individuos, así como su autonomía o decisión para formar parte de un proyecto de investigación.
2. *El Principio de Beneficencia*; el cual radica no solamente en respetar las decisiones sino también en procurar su bienestar y beneficio, evitando cualquier daño a su persona.
3. *El Principio de Justicia*; que establece que debe brindarse un trato justo y que beneficie a los sujetos involucrados en el proceso de la investigación.

De todas formas, aunque exista un amplio acuerdo general en cuanto a los principios ya señalados, la aplicación de éstos, en casos específicos es una tarea difícil y delicada, ya que los profesionales involucrados, en muchas ocasiones presentan un desfase entre la madurez profesional y las fallas de carácter personal en la toma de decisiones. Es por ello que los investigadores tienen que tomar conciencia de su profesión y tener un comportamiento ejemplar en la práctica diaria.

Es urgente, en el caso de la antropología donde debido a la gran variabilidad de los sujetos que se evalúan (niños, jóvenes, población activa y sedentaria, población indígena, de tercera edad, discapacitados, entre otros) fortalecer las normativas, por cuanto las que están en práctica son ambiguas, escasas, o no se aplican, creando muchas veces confusión y trabas en el proceso de investigación. Se recomienda entonces en este tipo de trabajos adherirse a las regulaciones y principios éticos pautados para las investigaciones biomédicas en el quehacer antropológico, pues las mismas son totalmente válidas para lograr resultados objetivos y confiables.

La American Anthropological Association (1973), ad algunos puntos que se derivan de acuerdos internacionales cuales deben ser incorporados en el quehacer científico; entre pautas o principios tenemos:

- Explicar los objetivos y métodos de la investigación a individuos (sujetos) involucrados en la misma; así como tomar en cuenta el ejercicio de la autonomía por parte de los sujetos. El antropólogo debe precisar en la medida posible: ¿cómo?, ¿por qué? y ¿para qué? se llevará a cabo la participación en el proceso investigativo.
- Proteger los derechos, intereses y sensibilidades de los informantes: el sujeto, objeto de estudio, es un ser humano con problemas, preocupaciones, intereses y valores que en muchos casos entran o podrían entrar en contradicción o discrepancia con los propios investigadores.
- Se debe tener un comportamiento correcto en las evaluaciones, evitando ciertos comentarios que puedan herir la sensibilidad de los examinados.
- Proteger la identidad y privacidad de los sujetos involucrados en la investigación ya que la información que se deriva del estudio, puede ocasionarle problemas dentro de su comunidad. Por ello es necesario mantener el anonimato a estas personas en los casos que lo amerita, siendo la confidencialidad de capital importancia, la cual debe ser respetada por los investigadores.
- Poner a disposición de las personas involucradas en la investigación, los resultados de la misma, así como los beneficios que razonablemente cabría esperar para la comunidad, como producto de la investigación.
- Evitar la explotación de los informantes por los investigadores. Es injusto imponer una carga física u obligación indebida a una persona o exigirle (violentando sus deberes) sacrificio de todo tipo, que afecten de una u otra forma a los sujetos en estudio. No debe existir una explotación por ganancia personal.

A estos seis parámetros o pautas propuestas por el Consejo de la Asociación Antropológica Americana, García (1997), añade otro:

- No hacer promesas que el investigador no pueda cumplir, aún cuando éstas le ayudarán a obtener la cooperación de la comunidad. El antropólogo al hacer promesas que no pueda cumplir lesiona la integridad de la profesión cuando se acoge a premisas falsas y daña a los sujetos que han participado en la investigación.

Todas estas pautas o principios deben estar explícitos en un modelo o formulario de conocimiento y autorización que debe ser leído y aceptado por los sujetos involucrados en la investigación (Anexo 2)

La responsabilidad ética que deben manejar los usuarios de la técnica antropométrica, como un procedimiento que es fuente de datos primarios, no está muy distante de la práctica del antropólogo físico, y mucho menos, de la del campo biomédico. Se utiliza la técnica para realizar una serie de mediciones en la anatomía humana, que exige de los profesionales un mayor cuidado y tacto y, aunque la ética biomédica dicta las orientaciones necesarias para un correcto desenvolvimiento, en la práctica diaria existen casos en que la realidad dista de esas pautas, poniendo en duda el carácter ético y científico de una investigación.

García (1997) sostiene que antes de iniciar el proceso completo de investigación, es imposible predecir la naturaleza de algunas dificultades que pueden presentarse durante el desarrollo de la misma. En ese contexto tan complejo puede surgir la necesidad de tomar decisiones acerca de valores en conflictos, y generar dilemas de tipo ético, debido a malas interpretaciones y otros factores. Por tanto, es un alto compromiso profesional anticipar su aparición y planear soluciones, en forma tal que no se dañe a aquellas personas (sujetos) que participan en la investigación, ni tampoco, hasta donde sea posible, a la comunidad científica.

El papel de los investigadores en actividades que lo relacionan directamente con individuos, tiene que estar basado en un

sistema de valores que están implícitos en el principio fundamental; el cual es conocer el valor del ser humano como individuo independientemente de su condición social, política, religiosa, económica y étnica. Las investigaciones antropométricas tienen la gran particularidad de evaluar distintos tipos de poblaciones como es el caso de niños (crecimiento y desarrollo, nutrición, deporte); investigaciones con sujetos de comunidades con bajo nivel socio-económico; estudios con sujetos que presentan alguna discapacidad motora; poblaciones activas y sedentarias, entre otras. Por esos motivos muchas veces la situación profesional del antropólogo es variada y muy compleja, teniendo que apelar a la ética profesional para solventar ciertas situaciones complejas que se presentan a diario en el trabajo de campo.

Algunas consideraciones éticas que deben tener presente todos los usuarios de la antropometría son las siguientes:

- Tener seriedad y seguridad en sí mismo, con esto el sujeto en estudio se siente en confianza y ofrece su colaboración espontánea.
- Se debe explicar a los sujetos en estudio, el objetivo de la investigación y el por qué de las mediciones antropométricas hasta donde sea posible, y así poder contar con su aprobación.
- No se debe bajo ninguna condición obligar a los sujetos a participar en el proyecto, tampoco chantajearlos o extorsionarlos, privándolos de sus derechos.
- El manejo del vocabulario durante las evaluaciones debe ser muy ponderado, se debe evitar hacer algún tipo de comentario que pueda herir la sensibilidad de los individuos en estudio.
- El investigador está en la obligación de tomar el dato, procesarlo y dar resultados objetivos y confiables, sin ningún tipo de mediatización.
- Tener todo el cuidado para proteger la confidencialidad de los datos.

- Establecer durante toda la investigación buena comunicación con los participantes.
- Evitar todo tipo de riesgo o daño en el sujeto involucrado en el estudio, durante o después de la investigación y expresar con claridad los posibles riesgos, aunque sean mínimos.
- Compromiso de proporcionar al sujeto información oportuna, aunque esto genere su retiro voluntario.

En términos generales, la responsabilidad con los sujetos que forman parte de la investigación, así como con la comunidad científica va desde la transparencia de los objetivos, metas y procedimientos hasta el informe final del trabajo. Debe respetarse la integridad, anonimato y voluntad del individuo de permanecer o retirarse cuando quiera de la investigación, así mismo, proteger su integridad físico-psicológica y social durante el proceso de la investigación y después de la misma. Pardo y Cedeño (1997), sostienen que es responsabilidad del investigador no exponer bajo riesgo alguno a las personas que conforman la muestra para determinada investigación; aunque sean voluntarios se les debe consultar y obtener su consentimiento libremente. Las sociedades reclaman en foros los derechos de los seres humanos inmersos en investigaciones y la disminución de abusos técnicos o científicos. Los científicos sociales que trabajan en el área de la salud deben dar seguridad y en la medida de lo posible proporcionar bienestar a las personas involucradas en sus estudios, por otra parte, debe prevalecer siempre el interés de los individuos sobre los intereses de la ciencia o la sociedad.

sistema de valores que están implícitos en el principio fundamental; el cual es conocer el valor del ser humano como individuo, independientemente de su condición social, política, religiosa, económica y étnica. Las investigaciones antropométricas tienen la gran particularidad de evaluar distintos tipos de poblaciones como es el caso de niños (crecimiento y desarrollo, nutrición, deporte); investigaciones con sujetos de comunidades con bajo nivel socio-económico; estudios con sujetos que presentan alguna discapacidad motora; poblaciones activas y sedentarias, entre otras. Por esos motivos muchas veces la situación profesional del antropólogo es variada y muy compleja, teniendo que apelar a la ética profesional para solventar ciertas situaciones complejas que se presentan a diario en el trabajo de campo.

Algunas consideraciones éticas que deben tener presente todos los usuarios de la antropometría son las siguientes:

- Tener seriedad y seguridad en sí mismo, con esto el sujeto en estudio se siente en confianza y ofrece su colaboración espontánea.
- Se debe explicar a los sujetos en estudio, el objetivo de la investigación y el por qué de las mediciones antropométricas hasta donde sea posible, y así poder contar con su aprobación.
- No se debe bajo ninguna condición obligar a los sujetos a participar en el proyecto, tampoco chantajearlos, extorsionarlos, privándolos de sus derechos.
- El manejo del vocabulario durante las evaluaciones debe ser muy ponderado, se debe evitar hacer algún tipo de comentario que pueda herir la sensibilidad de los individuos en estudio.
- El investigador está en la obligación de tomar el dato, registrarlos y dar resultados objetivos y confiables, sin ningún tipo de mediatización.
- Tener todo el cuidado para proteger la confidencialidad de los datos.

- Establecer durante toda la investigación buena comunicación con los participantes.
- Evitar todo tipo de riesgo o daño en el sujeto involucrado en el estudio, durante o después de la investigación y expresar con claridad los posibles riesgos, aunque sean mínimos.
- Compromiso de proporcionar al sujeto información oportuna, aunque esto genere su retiro voluntario.

En términos generales, la responsabilidad con los sujetos que forman parte de la investigación, así como con la comunidad científica va desde la transparencia de los objetivos, metas y procedimientos hasta el informe final del trabajo. Debe respetarse la integridad, anonimato y voluntad del individuo de permanecer o retirarse cuando quiera de la investigación, así mismo, proteger su integridad físico-psicológica y social durante el proceso de la investigación y después de la misma. Pardo y Cedeño (1997), sostienen que es responsabilidad del investigador no exponer bajo riesgo alguno a las personas que conforman la muestra para determinada investigación; aunque sean voluntarios se les debe consultar y obtener su consentimiento libremente. Las sociedades reclaman en foros los derechos de los seres humanos inmersos en investigaciones y la disminución de abusos técnicos o científicos. Los científicos sociales que trabajan en el área de la salud deben dar seguridad y en la medida de lo posible proporcionar bienestar a las personas involucradas en sus estudios, por otra parte, debe prevalecer siempre el interés de los individuos sobre los intereses de la ciencia o la sociedad.

4.- CONSIDERACIONES PREVIAS AL PROCESO DE MEDICION

4.1. Planos y Ejes del Cuerpo

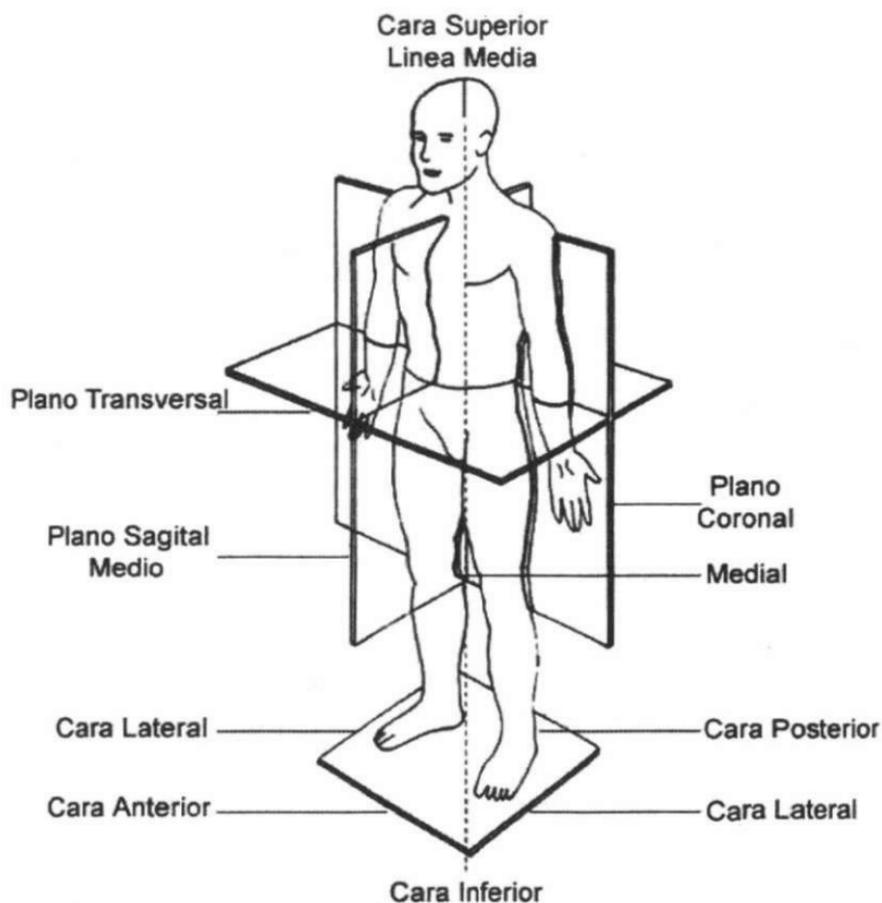
En la evaluación antropométrica siempre se debe hacer referencia a la posición anatómica o terminología anatómica, la cual se define como una parte de la nomenclatura general que hace posible situar o identificar en el espacio la estructura corporal. La posición se describe a partir de tres ejes y tres planos, a saber:

1. Plano Sagital (SAGITALIS) el cual divide al cuerpo en dos partes simétricas, derecha e izquierda. Define lo interno o medial y lo externo o lateral, estas palabras se refieren a las estructuras o puntos mas cercanos o lejanos del plano sagital.
2. Plano Frontal (FRONTALIS) llamado igualmente coronal, divide al cuerpo en dos mitades anterior y posterior.
3. Plano Transversal (TRANSVERSALIS), u horizontal, plano que divide al cuerpo en superior e inferior. Los términos proximal y distal se utilizan en los miembros superiores e inferiores, para designar la mayor o menor proximidad del tronco (Figura 3).

Todo movimiento de un segmento o de un sujeto en conjunto tiene que producirse a expensas de un eje determinado, no es posible que un movimiento se desarrolle sobre un plano y se produzca sobre el eje homólogo (Hernández Corvo, 1987). De la intersección de los tres planos se forman los ejes, los cuales son tres:

- a) El Eje Lateral (X), el cual está formado por la intersección de un plano frontal y otro transversal.
- b) El Eje Longitudinal (Y), está formado por la intersección de un plano sagital y otro frontal.
- c) El Eje Sagital (Z), formado por la intersección de un plano sagital y otro transversal.

FIGURA 3
PLANOS DE REFERENCIA DEL CUERPO HUMANO



Para lograr resultados objetivos en las investigaciones antropométricas se necesita tener un amplio conocimiento de la anatomía humana que permita la localización adecuada de los puntos fundamentales durante la práctica antropométrica. Norton y Olds (1994), los definen como puntos esqueléticos que se acercan a la superficie del cuerpo y se identifican mediante la palpación, esto es la localización exacta para el sitio de medición. La mayoría de estos puntos anatómicos y el diseño metodológico, parten de los procedimientos clásicos de Martín, definidos y especificados para ser empleados en el Proyecto Antropológico de los Juegos Olímpicos en México 1968 y Montreal 1976 (MOGAP), descrito por Martín, Saller, Ross, Carter y ampliado posteriormente por Ross y Marfell-Jones (Ross y col., 1988).

Convencionalmente las técnicas de medición se describen teniendo en cuenta que los puntos anatómicos de referencia sean tomados con el sujeto en posición anatómica erecta o de atención antropométrica. Las mismas han sido seleccionadas de manera tal que:

- Permitan la mayor información posible sobre la forma de la región o segmento que se trate.
- Sean fáciles de localizar, por tener una situación constante y una forma delimitada.
- En su mayoría, esos puntos de referencias se corresponden con protuberancias, bordes o apófisis óseas, que pueden palparse a través de la piel y tejido subcutáneo (León Pérez, 1985).

4.2 Puntos de Referencias Antropométricos para el Examen Físico

Los puntos somáticos pueden separarse en dos grupos: 1) Los impares o sagitales que se localizan en la línea media sagital del cuerpo y 2) Los pares o laterales que se ubican en uno y otro hemicuerpo, respecto a la línea media sagital.

Esparza (1993) recomienda previamente seguir ciertos pasos: 1) Localización inicial del punto anatómico con el pulpejo de

un dedo. 2) Relocalización liberando la presión sobre la piel y volviéndolo a localizar con la uña de otro dedo. 3) Marcar con lápiz dermatográfico sobre el punto localizado. 4) Chequear una vez marcado, confirmando que el punto ha sido señalado correctamente.

A continuación se señalan algunos puntos anatómicos (Figura 4), que son los de mayor uso en las mediciones antropométricas, los cuales deben identificarse con gran exactitud (Esquivel, 1995): (Figura 4)

- | | |
|---------------|---|
| Vértex: | punto más alto en la línea media sagital del cráneo, cuando la cabeza está en el plano de Frankfort. |
| Acromial: | punto más saliente del margen lateral y superior del proceso acromial de la escápula cuando el sujeto está erguido y con los brazos relajados. |
| Troncaterión: | punto más alto del trocánter mayor del fémur, no su punto más lateral. |
| Dactilión: | punto más distal en el ápice de la yema del dedo medio de la mano cuando el brazo está relajado (en posición anatómica) y los dedos extendidos hacia abajo. |
| Iliocrestal: | punto más saliente lateralmente de la espina ilíaca anterosuperior. |
| Estilión: | es el punto más distal del proceso estiloide del radio, ubicado en el área triangular que se forma cuando el pulgar está extendido. |
| Radial: | punto localizado en el extremo lateral superior de la cabeza del radio. |
| Esfirión: | punto más bajo o distal del maléolo tibial, no la punta más saliente del maleolo. |
| Acropodión: | punto situado en el ápice del dedo mayor del pie, cuando el sujeto está erguido. |

FIGURA 4 PUNTOS DE REFERENCIAS ANATÓMICAS EN LA EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA

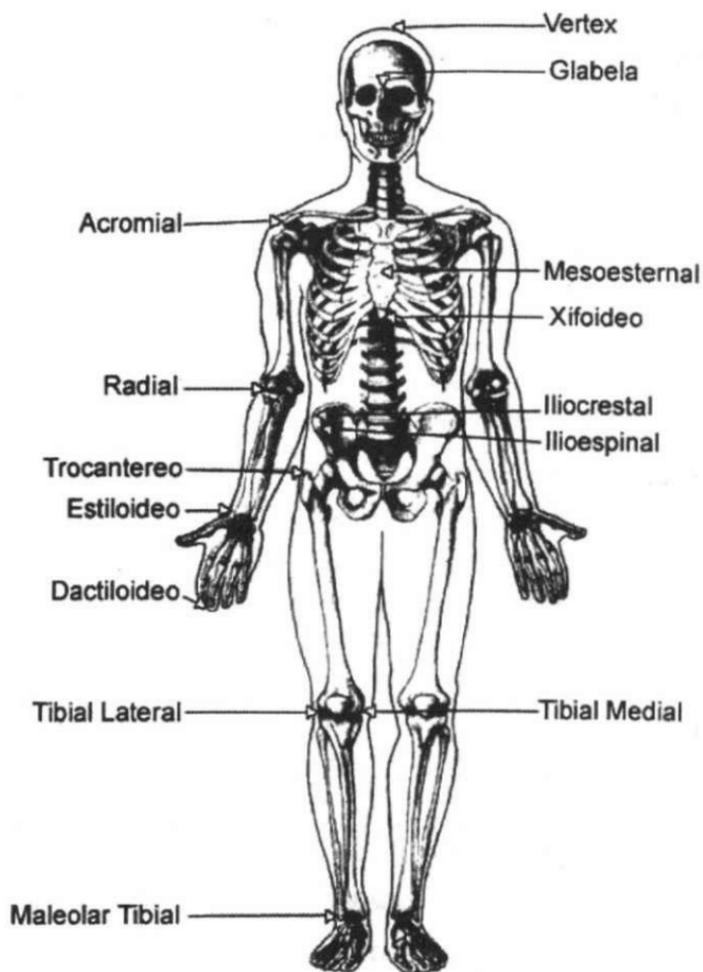


Figura publicada con el permiso de los autores: Norton K y Olds T, *Anthopometrica*. University of New South Wales Press, (1996). Sydney.

- Supraesternal: punto localizado en el borde superior de la escotadura supraespinal (o incisión yugular) en el plano sagital medio.
- Mesoesternal: situado en el cuerpo del esternón, en la intersección de los planos horizontal y sagital medio de la cuarta articulación condroesternal.
- Umbilical (onfalión): punto central del ombligo.
- Epigástrico: punto localizado en la superficie anterior del tronco, en la intersección de los planos sagital medio y transversal a través del punto inferior de la décima costilla.

(Esquivel, 1995; Rodríguez, 1996; Martínez, 1985; Barballo, 1990; Ross y Marfell-Jones, 1991).

4.3. La Estandarización Antropométrica

Todas las dimensiones antropométricas están sujetas a riesgos y errores de registros si los evaluadores no se someten a un entrenamiento apropiado. La calidad de los datos se puede optimizar mediante:

- a) La capacitación del personal en la ejecución de mediciones y uso correcto de instrumentos.
- b) La verificación del uso de cada instrumento de medición.
- c) La verificación de la existencia de errores de observación.
- d) Asegurar el flujo de información exacta desde la lectura del valor hasta su correcto registro en la hoja o ficha antropométrica, mediante la repetición dígito a dígito de la lectura por parte del medidor y del anotador.

El desarrollo de un control de calidad para detectar y minimizar el error técnico de medición (ETM), debe abarcar una serie de aspectos, como es el establecimiento de una primera fase organizativa en la que se definan las técnicas, el antropometrista

criterio, cronogramas de control, los métodos de control estadístico como por ejemplo el cálculo del ETM y su expresión en porcentaje y coeficientes de correlación (Rodríguez y Sánchez, 1987).

4.4. Mediciones Antropométricas del lado Derecho e Izquierdo

Los puntos divergentes entre la Escuela Inglesa liderizada por Tanner, Whitehouse y Cameron; la de Estados Unidos guiada por Lohman, Roche y Martorell y la Canadiense por MacDougall, Wenger, Ross y Marfell-Jones son de vieja data y aún continúan, ya que cada grupo de trabajo se adhiere fuertemente a sus criterios y metodologías de trabajo. Que las diferencias sean o no significativas, en la práctica es un problema que debe ser juzgado solo dentro de cada investigación que se realice y de acuerdo a los objetivos y población en estudio. Algunos trabajos señalan por ejemplo que la medida del lado derecho para el pliegue cutáneo del tríceps es de 1.2 mm., mayor que el lado izquierdo. La tendencia de la Escuela Norteamericana es tomar todas las mediciones en el lado derecho del cuerpo, y se escoge el hemicuerpo izquierdo cuando determinados estudios así lo requieran; por ejemplo, en investigaciones de lateralidad o simetría, en estudios de crecimiento, etc. La Escuela inglesa por su parte, mide en el lado izquierdo. Aunque en la práctica a escala universal, se ha generalizado el lado derecho como referencia para realizar las mediciones, sin embargo, hay que mencionar que entre estas tres escuelas las diferencias no sólo se centran en la lateralidad de la medida y según Esparza (1993), existen discrepancias en las técnicas descritas por unos y otros autores, que en algunos casos pueden confundir al investigador poco conocedor sobre la teoría y práctica antropométrica.

4.5. Control de Calidad para las Mediciones Antropométricas

En toda investigación la posibilidad de cometer errores siempre está presente. Jordán y col (1979), afirman que en el caso de estudios realizados en humanos, donde la variabilidad es la característica más importante, ésta aumenta. Sin embargo, se pue-

de minimizar si se adoptan las precauciones para el control de calidad en la observación, medición y todo el procedimiento que implica la evaluación antropométrica.

El control de calidad es indispensable para garantizar la precisión, exactitud y confiabilidad en el proceso de recolección de datos. (Pérez y Ledezma, 1990). El objetivo del control de calidad es estandarizar los procedimientos que se emplean para que los resultados sean confiables, uno de los pasos a seguir es reducir sistemáticamente la variabilidad en el dato inter observador. En general, se señalan diversas recomendaciones y precauciones, entre las cuales se puede mencionar:

1. El instrumental debe estar cuidadosamente limpio y haber verificado su calibración.
2. El sujeto estará descalzo y con la menor ropa posible (ropa interior, traje de baño o pantalón corto), nunca se deben efectuar las mediciones a través de la ropa.
3. Los puntos que sirven de base a cada medición deben definirse con objetividad, cuidado y luego proceder a su señalización marcándolo con un lápiz dermatográfico o bolígrafo.
4. Velar para que el sujeto conserve la posición correcta durante toda la medición, sobre la base de la descripción técnica de la misma.
5. Contar como mínimo, con un investigador o técnico que realice las mediciones y un auxiliar como anotador y a la vez supervisor del proceso, garantizando así, el principio metodológico de la participación de dos técnicos.
6. Las mediciones deben realizarse siguiendo una secuencia y un orden en cada una de las magnitudes. De arriba hacia abajo, primero peso, talla, talla sentada, pliegues, diámetros y circunferencias.
7. Preferiblemente las mediciones deben realizarse por la mañana, en ayuno, no es recomendable medir después de una sesión de ejercicios, a menos que las condiciones de la investigación lo permita.

8. Deben tomarse todas las medidas de una dimensión en la misma unidad para evitar confusiones.
9. El técnico antropometrista debe contar con un entrenamiento adecuado, además debe mantener una rotación con el otro técnico.
10. Local ventilado, bien iluminado y con privacidad, reducir al mínimo el ruido ambiental.

(Comas 1957; Ferreiro 1984; García Avendaño, 1990; Esquivel, 1995).

Por otra parte, se establecen diferentes tipos de controles de calidad:

- a) **Control intraobservador:** se debe realizar cuando se evalúa un número considerable de sujetos al día. Es una forma de auto control, se realiza mediante la repetición de todas las medidas del primer sujeto evaluado ese día (con esta metodología se determina la precisión del medidor).
- b) **Control interobservador:** consiste en evaluar la exactitud de uno o más antropometristas, cuando sus mediciones son comparadas con las de uno altamente entrenado. Este tipo de control se utiliza comúnmente cuando se está en un macroproyecto que involucra a una población numerosa (Esquivel, 1995; Pérez y Ledezma, 1990). Se trata de lograr una mínima variabilidad intra e inter observador; cuando los antropometristas están bien entrenados, la correlación entre ellos debe ser alta. Se recomienda elaborar cuadros en donde aparezcan las variables con sus respectivas medias, desviación estándar, coeficiente de variación y el error técnico de medición (Branson y Col. 1982).

4.6. Error Biológico y Error de Medición

La medición y el error son cosas inseparables, siempre que medimos estamos introduciendo quiérase o no, el error en nuestra medición. Al respecto Rodríguez, (1996), señala que los siste-

mas biológicos y, por ende, la cuantificación de los componentes corporales no quedan ajenos a dos fuentes fundamentales de error. El error biológico que se manifiesta en lo interno de cada individuo, es incalculable y es producto de la variabilidad en las proporciones de minerales y otros elementos orgánicos que probablemente difieran entre grupos étnicos, sexo, entre niños, adultos mayores y ciertos grupos atléticos. Porta y col. (1995), indican que las densidades de los componentes de la masa magra pueden también producir errores sustanciales.

El error de medición, el cual se puede minimizar, es producto de los errores que se cometen en el procedimiento técnico al momento de tomar el dato, en este caso la magnitud del error es menor mientras mayor precisión, objetividad y exactitud tenga el medidor. Housh y col. (1983), sostienen que los errores inherentes a las mediciones del cuerpo humano tienen en común: a) El uso indebido de puntos de referencia; b) la falta de estandarización en los procedimientos técnicos; c) la dificultad de asegurar una postura uniforme de los sujetos; d) las condiciones de trabajo (ambiente); e) el funcionamiento de los aparatos de medición.

4.7. Ficha o Proforma de Medición Antropométrica.

El empleo de una ficha bien elaborada facilita la recolección de los datos. Ross y col. (1988) recomiendan que el protocolo de medición debe ser diseñado de manera tal que los cambios en los instrumentos sean mínimos durante el trabajo. El orden secuencial, con respecto al antropometrista, es de superior a inferior, de izquierda a derecha, rotando y colocando convenientemente al sujeto. Toda la información reportada por los especialistas de la Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría (ISAK), tiene la intención de realizar el trabajo de manera ordenada y sistemática, con un mínimo de esfuerzo para el investigador, evitando la fatiga y a la vez economizando tiempo.

Ferreiro (1984), señala algunos puntos que se deben tomar en cuenta en su confección:

1. Suficiente claridad a través de espacios bien amplios y a su vez delimitados.
2. Números y letras perfectamente legibles, que eviten errores u omisiones. Por ejemplo, el número 7 debe registrarse a la manera latinoamericana (7) en vez de utilizar la norteamericana. Así se evita también, que en algunas oportunidades se confunda con el 1; como también, que el 9 se confunda con el 4 y el 0 con el 6.
3. Se deben ordenar las medidas en forma lógica, para permitir al medidor llevar una secuencia y evitar dar saltos. El medidor dice en voz alta dígito a dígito las medidas que realiza, el anotador que recoge los resultados también las repite dígito a dígito. Se ha podido detectar que en algunos trabajos han existido confusiones con el sonido correspondiente a los números cero(0) y seis (6), ambas palabras comienzan con sonidos parecidos.
4. Al final de la ficha antropométrica aparece un aparte para observaciones, donde se registre todo aquello que sea notorio en el sujeto evaluado. Por ejemplo, se debe anotar cualquier contusión, hinchazón, edema, escamado, y músculo atrofiado que puede afectar la medida, como es el caso de la evaluación en deportistas.

La proforma o ficha antropométrica (Anexo 3) se encabeza con el nombre del sujeto, sexo, edad, fecha de nacimiento, fecha de observación, número de ficha y otros datos que dependen de los objetivos de la investigación. Aunque el número de variables en la ficha puede proporcionar una información amplia sobre la valoración del físico, sin embargo, no es completa para todos los objetivos de una investigación. Una recomendación razonable podría ser la inclusión tanto de las mediciones del lado derecho como del izquierdo, así como la incorporación de una cantidad de variables que aunque no respondan a los objetivos inmediatos de la investigación, pueden servir como un banco de datos cuando se quiera realizar otro tipo de investigación (Ross y col., 1988).

En la ficha se deben diseñar los espacios correspondientes a una primera, segunda y tercera medición, así como un espacio correspondiente para la media o la mediana según el caso. Si es posible se deberían tomar 2-3 mediciones de cada sitio, utilizándose el valor promedio en cualquier cálculo posterior si se realizan dos mediciones, y la mediana si se registran tres valores, esto forma parte del control de calidad o llamado también la confiabilidad de las mediciones intraevaluador (Norton y Olds, 1996).

4.8. Límites de Tolerancia

El término se refiere a las diferencias "permitidas" según normas internacionales entre una primera medición y una segunda medición. Se ha establecido que si la diferencia entre las dos mediciones es mayor de 1% para longitudes, diámetros y circunferencias y de un 5% para los pliegues cutáneos, hay que realizar una tercera medición, posteriormente se debe comparar el resultado de ésta con las dos anteriores. Si existen diferencias grandes que superen los valores establecidos, se recomienda tomar la mediana de las tres mediciones (Ward y Anderson, 1998). Los especialistas aplican el Error Técnico de Medición (E.T.M.), y el porcentaje del mismo para calcular los límites de tolerancia (Cuadro 1).

Cuadro 1
Límites de tolerancia para las variables antropométricas

Variables	Tolerancia	
Peso Corporal	0,5 Kg.	
Estatura	3 mm	1%
Talla Sentado	2 mm	
Altura acromial	2 mm	
Altura del estilión	2 mm	
Altura del dactilión	2 mm	
Altura del trocanterión	2 mm	
Altura espinal	2 mm	
Altura tibial	2 mm	
Anchura bicondilar del húmero	1 mm	1%
Anchura bicondilar del fémur	1 mm	1%
Anchura biacromial	1-2 mm.	1%
Anchura transversal del tórax	2-3 mm.	1%
Anchura anteroposterior del tórax	2 mm.	1%
Anchura biliocrestal	1-2 mm.	1%
Perímetro del brazo relajado	2 mm.	1-2%
Perímetro del brazo flexionado (60°)	2 mm.	1-2%
Perímetro del tórax	1 mm.	1-2%
Perímetro de cintura	2 mm.	1-2%
Perímetro de cadera	2 mm.	2-3%
Perímetro de muslo	1-2 mm.	1-2%
Circunferencia de la pantorrilla	1-2 mm.	1-2%
Perímetro del antebrazo	2 mm.	1-2%
Pliegue adiposo del tríceps	1 mm.	5%
Pliegue adiposo subescapular	1.6 mm.	5%
Pliegue adiposo del bíceps	1 mm.	5%
Pliegue adiposo supraespinal	1.5 mm.	5%
Pliegue adiposo abdominal	2 mm.	5%
Pliegue adiposo del muslo	1.5 mm.	5%
Pliegue adiposo de la pantorrilla media	1 mm.	5%

Fuente: Ross y Marfell-Jones (1991)

CAPITULO III

Metodología

“Actúa de tal manera que, tanto en tu persona como en lo demás, utilices siempre a la humanidad como fin, y nunca como simple medio...”

Kant.

1.- TIPO DE ESTUDIO

Se inscribe dentro de la modalidad de proyecto factible, ya que consiste en la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable y se plantea la solución a un problema de tipo práctico (UPEL, 1990). El estudio se apoya en una investigación de campo en la cual, la recolección de los datos se hizo directamente en los centros de evaluación de atletas, consultorios, gimnasios, hospitales, laboratorios de salud y universidades.

Es un trabajo descriptivo, porque trata de precisar y establecer el manejo y uso de las técnicas y procedimientos antropométricos por parte de los diversos usuarios que ven en la antropometría una herramienta útil en su trabajo diario. Es de tipo exploratorio, ya que se trata de familiarizar con una problemática concreta que se ubica dentro de la situación general que presenta el manejo de los procedimientos de la evaluación antropométrica en el país. Es además, de tipo evaluativo, porque sus resultados servirán de soporte para el logro de las metas propuestas contribuyendo al desarrollo del conocimiento en el área tratada.

La experiencia del contacto directo con el variado y extenso grupo de profesionales, que tienen como factor común el estudio de las mediciones del hombre en movimiento y las revisiones de carácter bibliográfico, permitieron elaborar un marco teórico de referencia que constituyó el soporte para la concreción de las metas propuestas.

2.- POBLACION Y MUESTRA

La población objeto de estudio estuvo conformada por los diferentes usuarios de la técnica antropométrica en el país. Asimismo, la muestra, seleccionada intencionalmente según objetivos de la investigación, quedó integrada por 80 evaluadores. Esta, se dividió en dos grupos a saber:

a). Un grupo constituido por 5 técnicos (4 medidores y un antropometrista criterio o experto en mediciones

antropométricas), con la finalidad de llevar a cabo un entrenamiento o estandarización para determinar el control de calidad cuantitativo, a través del error técnico de medición tanto inter como intra observador. El proceso de estandarización a que fueron sometidos los evaluadores duró dos semanas, este entrenamiento permitió unificar criterios sobre la técnica y el procedimiento que involucra el acto de medición. Luego se procedió a realizar las mediciones a personas que realizan actividad física (atletas de alta competencia) que pertenecen a las selecciones nacionales, de las cuales se evaluó un grupo integrante de diversos deportes como fueron: gimnasia, voleibol, boxeo, esgrima, tenis de mesa, judo, atletismo y levantamiento de pesas (masculino $n = 47$; femenino $n = 26$). De acuerdo a los objetivos trazados en la investigación, estos atletas que son una fuente de información sobre el dato antropométrico, no constituyen el objeto de estudio, pero aportaron referencias valiosas para la cuantificación de la calidad del entrenamiento de los medidores en el proceso de estandarización, que según los criterios de la OMS, OPS y CIOMS (1996), el tamaño de una muestra para un ejercicio como el presente, debe estar alrededor del 10% de los sujetos medidos.

El control de calidad cuantitativo se realizó de la siguiente manera: al primer grupo medido en el día por los 4 evaluadores y el antropometrista criterio, se le aplicó una segunda medición, determinando así la precisión y exactitud de los evaluadores, en total fueron 10 los sujetos sometidos a este procedimiento. El criterio que se siguió para el proceso de selección de las variables antropométricas sometidas a este control se sustentó en el uso y frecuencia de las mismas en diversas evaluaciones y la dificultad para su ubicación, a tal fin se tomaron la estatura, anchuras, perímetros y pliegues de tejido adiposos.

b.) El segundo grupo estuvo conformado por los usuarios de la técnica antropométrica, especialistas en el área de la salud de hospitales, gimnasios, instituciones universitarias, centros de evaluación de atletas, laboratorios de salud y otros centros de investigaciones (Cuadro 2). Los mismos fueron seleccionados según los objetivos que persigue la investigación a través

del muestreo opinático, se eligieron un total de 80 profesionales y técnicos (incluidos los 5 evaluadores que conformaron el primer grupo) de los Estados Miranda, Aragua, Distrito Federal, Carabobo, Lara, Falcón, Mérida y Zulia (regiones éstas, donde se concentra la mayor población de profesionales y técnicos usuarios), con la intención de aplicar el control de calidad cualitativo, por medio de dos instrumentos de recolección de datos que en el caso presente se limitaron a: la observación y la encuesta.

Las variables o factores considerados en los distintos análisis que intervinieron en la investigación fueron: a- sujeto que se mide; b- instrumentos de medición de antropometría; c- local para efectuar las mediciones; d- técnico medidor; e- técnico anotador. Estas cinco elementos que intervienen en el acto de medición fueron evaluados a través de la técnica de observación, para ayudar a explicar y comprender el problema en estudio, desde el propio marco de referencia de los actores y su sitio de trabajo. El otro instrumento, el cuestionario, permitió analizar el grado de conocimiento teórico y práctico que tienen los diversos profesionales sobre la técnica antropométrica. La aplicación de estos dos instrumentos y el tratamiento estadístico de la información permitió definir el perfil antropométrico de los diversos especialistas a nivel nacional.

Cuadro 2
Profesión de los usuarios de la técnica antropométrica y sitios de recolección de la muestra

Usuarios		Regiones	
Médicos	20	Carabobo	09
Nutricionistas	24	Zulia	14
Profesores de Educación Física	18	Mérida	08
Antropólogos	04	Distrito Federal	20
Fisiólogos	04	Miranda	11
Técnicos Antropometristas	07	Aragua	09
Enfermeras	03	Lara	07
		Falcón	02
Total	80		80

3.- INSTRUMENTOS Y TECNICAS UTILIZADAS

Los instrumentos utilizados a los fines del presente trabajo fueron los siguientes:

3.1-Instrumental Antropométrico:

- Estadiómetro portátil marca Harpenden, con rango de 700 - 2060 mm y precisión de 1 mm, fue utilizado para obtener la estatura máxima con el sujeto de pie.
- Antropómetro marca Harpenden, con un rango de 50 - 570 mm. y precisión de 1 mm., utilizado para medir los diámetros transversales biacromial y bicrestal. Este antropómetro tiene cuatro secciones, las cuales encajan perfectamente una dentro de la otra. También posee dos juegos de varillas, una en forma recta y otra con los extremos curvos.
- Cinta métrica de acero flexible marca Lufkin, con un rango de 0 - 2000 mm y precisión de 1 mm. Se utilizó para medir las circunferencias del brazo relajado y flexionado, tórax, muslo y pantorrilla media.
- Balanza marca Detecto, con un rango de 0 - 125 Kg. y una precisión de 100 g., con la cual se determinó el peso corporal de los sujetos.
- Calibrador de grasa o de pliegues cutáneos marca Slimguide, con capacidad de medida de 0 - 80 mm y precisión de 0.5 mm. Presenta una presión constante en sus ramas de 10 g/mm². Se utilizó para medir los pliegues o panículos adiposos del tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo y pantorrilla media (Figura 5).

Las técnicas utilizadas fueron:

3.2.- Observación:

Se define como la selección, el registro y la codificación de un conjunto de comportamientos de los individuos en un medio natural (Pardo, y Cedeño, (1997). Este procedimiento para recoger información debe cumplir con cuatro requi-

sitos básicos: objetividad, sistematicidad, generalidad y por último la utilización de medios especiales para el registro de los hechos observados. El contacto permanente con los diversos especialistas que trabajan la antropometría, permitió conocer, registrar y sintetizar los elementos que tienen relación con el problema. A través de esta valiosa fuente primaria (la observación directa), se diseñó un formato para evaluar los aspectos técnicos cualitativos (Anexo 4), donde se valoró el procedimiento de medición antropométrica y los cinco elementos o variables que intervienen en la misma: instrumentos, local, medidor, anotador y el sujeto evaluado; también se diseñó una hoja de observación (Anexo 5) para indagar sobre el procedimiento de medición de las diversas magnitudes antropométricas. Estos instrumentos se sometieron a revisión por parte de expertos y luego se probó en una muestra piloto para su validación. En la observación directa participaron los investigadores responsables del proyecto, el auxiliar de investigación y un técnico antropometrista, todos con dominio sobre el tema en estudio, facilidad para establecer relaciones interpersonales y con una actitud crítica y analítica hacia posibles imprevistos en el proceso de recolección de los datos.

3.3.- Cuestionario:

Se entiende por cuestionario un formulario impreso que permite recopilar datos sobre un tema en particular, aportados por uno o varios sujetos, y sus preguntas guardan determinada estructura interna y una relación lógica con varios elementos de información para el investigador. El uso de este instrumento de recolección de datos permitió abordar directamente a los profesionales y técnicos que realizan mediciones antropométricas, para obtener por medio de una serie de preguntas abiertas y cerradas (Anexo 6), la información pertinente. De esta forma se facilita el conocimiento de la problemática planteada y el nivel teórico-práctico que tienen los diversos usuarios de la técnica. Este instrumento fue revisado por expertos y aplicado por los responsables de la investigación, se cumplió de esta manera con todos los requisitos que le dan confiabilidad a esta herramienta de trabajo.

FIGURA 5
INSTRUMENTOS DE MEDICION UTILIZADOS EN
ANTROPOMETRIA



KIIT CENTURION COMPUESTO POR: CALIBRADORES DE TEJIDO ADIPOSO, CINTAS MÉTRICAS, ANTROPÓMETRO Y SEGMOMETRO.

ESTE EQUIPO ES EL DE MAYOR USO EN LOS ESTUDIOS QUE REALIZAN LOS INVESTIGADORES DEL ISAK, ASÍ COMO EN LOS CURSOS QUE SE IMPARTEN EN LOS DIVERSOS NIVELES DE ACREDITACIÓN.

4.- DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS

La localización de las medidas antropométricas más importantes del cuerpo humano se pueden apreciar en las figuras 6 y 7. En esta investigación se evaluaron solamente 19 medidas antropométricas, las cuales son consideradas como las de mayor uso para diversos objetivos. A continuación se describe el procedimiento utilizado para cada una de las mediciones somatométricas, según los lineamientos establecidos por ISAK (Ross y Marfell-Jones, 1991):

Peso

Es la medición de la masa corporal total. Su apreciación es relativamente fácil, pero debe tenerse en cuenta que durante el día presenta una variación aproximada de 1 Kg. en los niños y hasta 2 Kg en los adultos. Los valores más estables se obtienen en la mañana antes de comer y después de haber evacuado; se recomienda registrar la hora en que se realiza la medición para un mejor control.

Se utilizó una balanza romana de contrapesos o una escala electrónica portátil de acuerdo al sitio donde se realizó la evaluación; ambas con una precisión de 0.1 Kg. Dichas balanzas deben ser calibradas cada mes o cada vez que sean movidas de lugar. No se recomienda usar balanzas de resortes.

FIGURA 6

LOCALIZACIÓN DE LAS MEDICIONES ANTROPOMÉTRICAS DE DIÁMETROS Y CIRCUNFERENCIAS

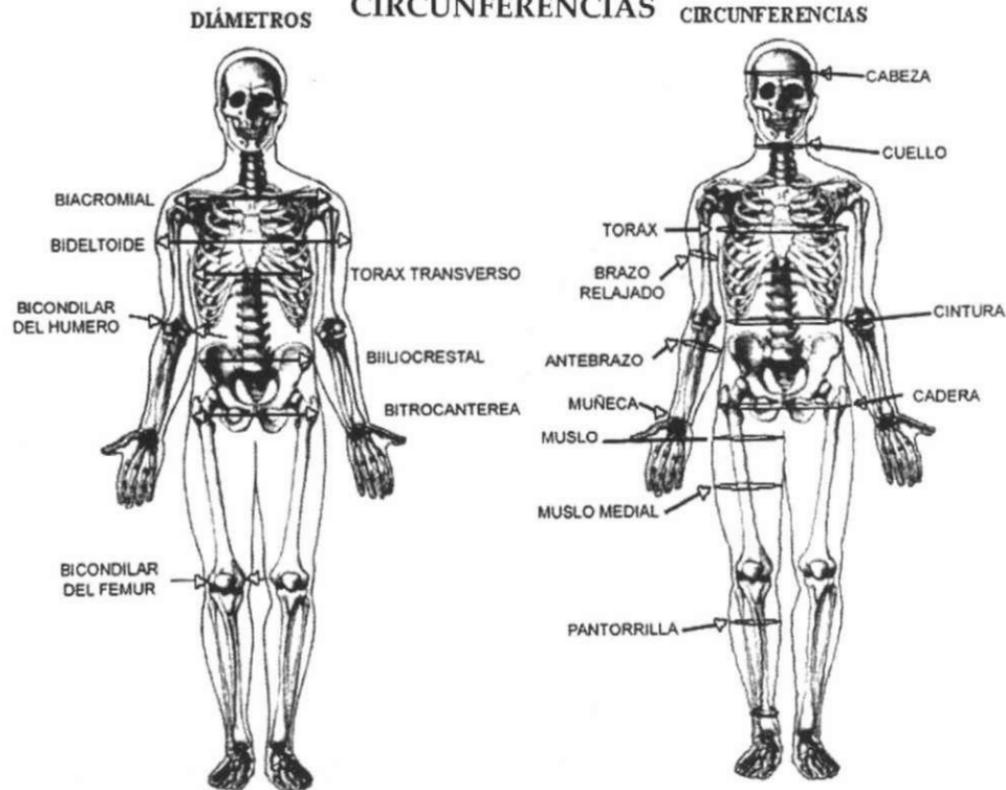


Figura publicada con el permiso de los autores: Norton K y Olds T, *Anthopometrica*. University of New South Wales Press, (1996). Sydney.

FIGURA 7

LOCALIZACIÓN DE LAS MEDICIONES ANTROPOMÉTRICAS DE LOS PLIEGUES CUTÁNEOS

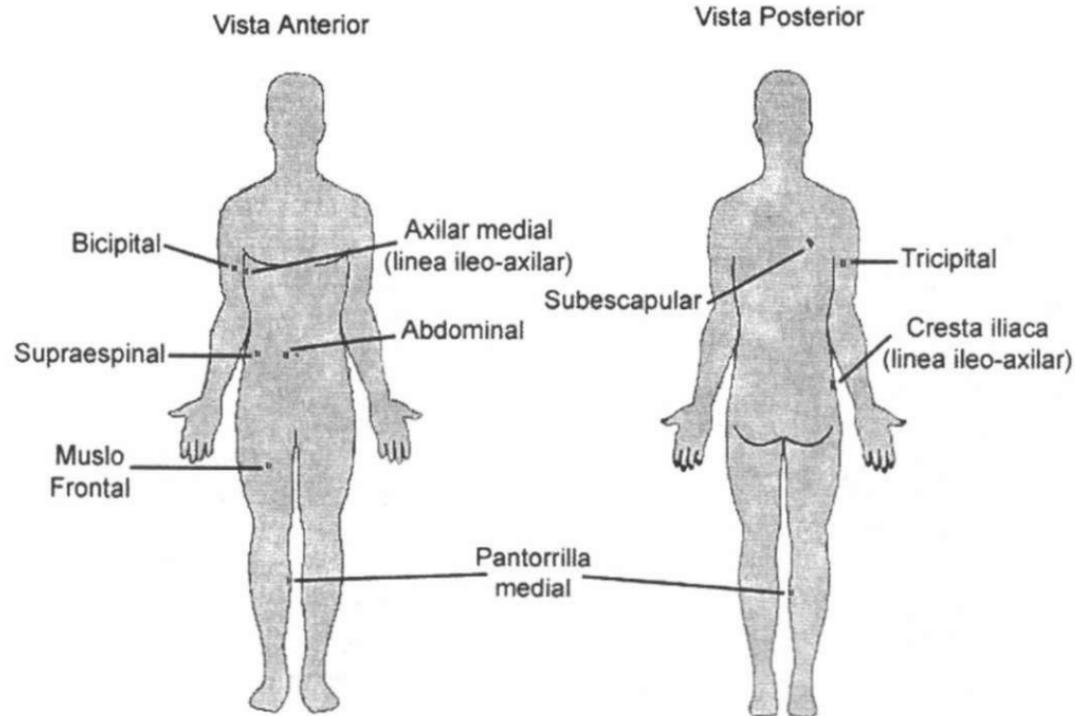


Figura publicada con el permiso de los autores: Norton K y Olds T, *Anthropometrica*. University of New South Wales Press, (1996). Sydney.

Procedimiento: El sujeto evaluado debe tener con la menor cantidad de ropa posible (ropa interior o traje de baño), y sin otros accesorios en el cuerpo. La balanza debe estar ajustada a cero, luego el sujeto se coloca en el centro de la plataforma de la balanza con el peso bien distribuido en ambas piernas, la cabeza levantada y los ojos mirando directamente al frente. Se equilibra la balanza con los contrapesos si es necesario y se realiza la lectura con máxima precisión (Figura 8).



Fig. 8 *Apreciación del peso*

Figura publicada con el permiso de los autores: Ross WD, Carr RV, Carter JEL. *Anthropometry Illustrated*. Turnpike Electronic Publications Inc. 2000, Canada

Confiabilidad: se reporta un error de medición de 0.1 – 0.5 Kg.

Estatura o Talla Máxima.

Localización: Se define como la distancia que hay desde el vértex (punto más alto en la línea medio sagital de la cabeza orien-

tada en el plano horizontal de Frankfort), hasta la base de apoyo del individuo. Esta variable está compuesta por la suma de tres segmentos: cabeza, tronco y extremidades inferiores. La estatura también presenta variaciones en el transcurso del día, viéndose disminuida en aproximadamente un 1% hacia el final del mismo, razón por la cual la mejor apreciación se realiza en horas de la mañana.

El equipo recomendado para obtener la estatura se denomina estadiómetro, el cual puede ser un instrumento con cabezeras equilibradas, cojines y lectura digital o simplemente compuesto de dos piezas de madera que formen un ángulo recto fijadas a una pared, con numeración calibrada y la superficie del suelo o de apoyo firme y nivelada. El estadiómetro debe tener un rango mínimo de medida de 60 a 120 cm. con una exactitud de 0.1 cm.

Procedimiento: En la toma de la talla es fundamental la posición del cuerpo. El sujeto debe estar descalzo, con poca vestimenta (pantalón corto, ropa interior o traje de baño) y el cabello de forma que no obstaculice la medición. El sujeto se coloca de espaldas a la base vertical del instrumento, los tobillos juntos con los talones, los glúteos y la parte superior de la espalda en contacto o en línea recta con la misma, los brazos relajados a cada lado del cuerpo y el peso distribuido de manera uniforme en ambas piernas. La cabeza se coloca en el plano horizontal de Frankfort, el cual se obtiene cuando el orbital (borde inferior de la cuenca del ojo) está en el mismo plano horizontal que el tragion (incisión superior del trago de la oreja), formando un ángulo recto con el eje del cuerpo, esta posición se corresponde casi exactamente con el eje visual del sujeto cuando está mirando directamente hacia adelante. El medidor debe colocar sus manos a la altura de la mandíbula del sujeto y con los dedos sosteniendo el proceso mastoideo, le pide que tome y retenga una inspiración profunda y mientras le sostiene la cabeza en el plano de Frankfort, el medidor aplica una suave presión hacia arriba elevando el proceso mastoideo. El asistente del medidor coloca el segmento móvil del instrumento de manera firme sobre el vértex del sujeto, comprimiendo el cabello lo más posible, verifica que los pies de la perso-

na medida no se separen del suelo, que la posición del cuerpo sea la adecuada y que la cabeza se mantenga en el plano de Frankfort. La lectura de la medición se realiza al final de una inspiración profunda (Figura 9).

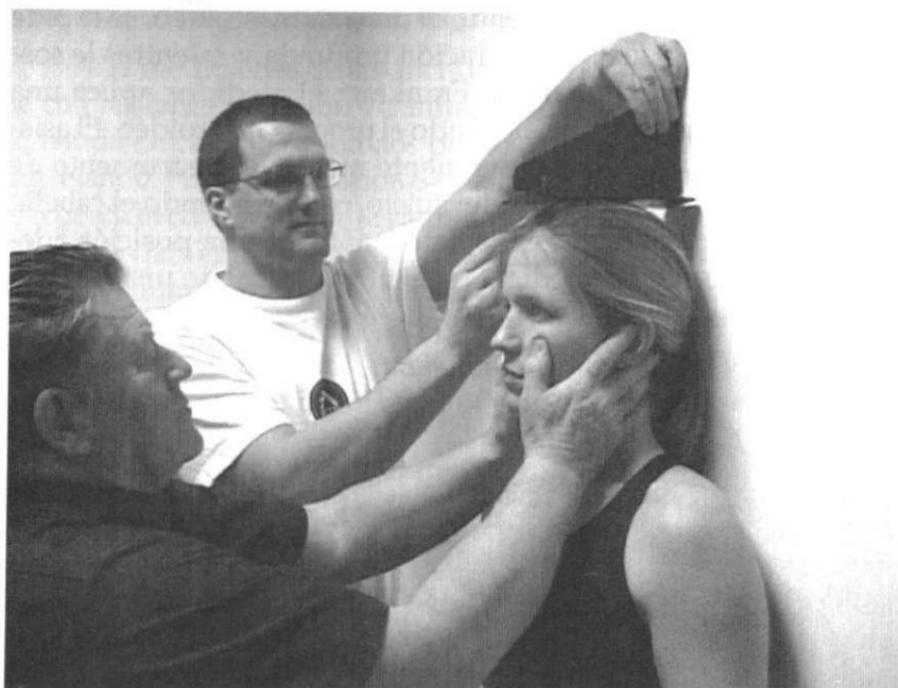


Fig. 9 Medición de la talla

Figura publicada con el permiso de los autores: Ross WD, Carr RV, Carter JEL. Anthropometry Illustrated. Turnpike Electronic Publications Inc. 2000, Canada.

Confiabilidad: se reportan valores aproximados en 0.2 cm. intra medidor.

Talla Sentado.

Localización: Se define como la distancia entre el vértex y la superficie donde está sentado el sujeto, está formada por los segmentos del tronco, el cuello y la cabeza. El instrumento utilizado es el estadiómetro.

Procedimiento: el sujeto debe estar sentado erecto, con la cabeza orientada en el plano de Frankfort, los pies juntos formando un ángulo recto con el tronco y las manos sobre los muslos. El medidor debe colocar sus manos a lo largo de la mandíbula del sujeto con los dedos sosteniendo el proceso mastoideo, se le pide que tome y retenga una inspiración profunda y mientras le sostiene la cabeza en el plano de Frankfort, el medidor aplica una suave presión hacia arriba elevando el proceso mastoideo. El asistente del medidor coloca el segmento móvil del instrumento de manera firme sobre el vértex del sujeto, comprimiendo el cabello lo más posible, verifica que el sujeto mantenga una posición adecuada, la lectura de la medición se realiza al final de una inspiración profunda (ver figura 10).

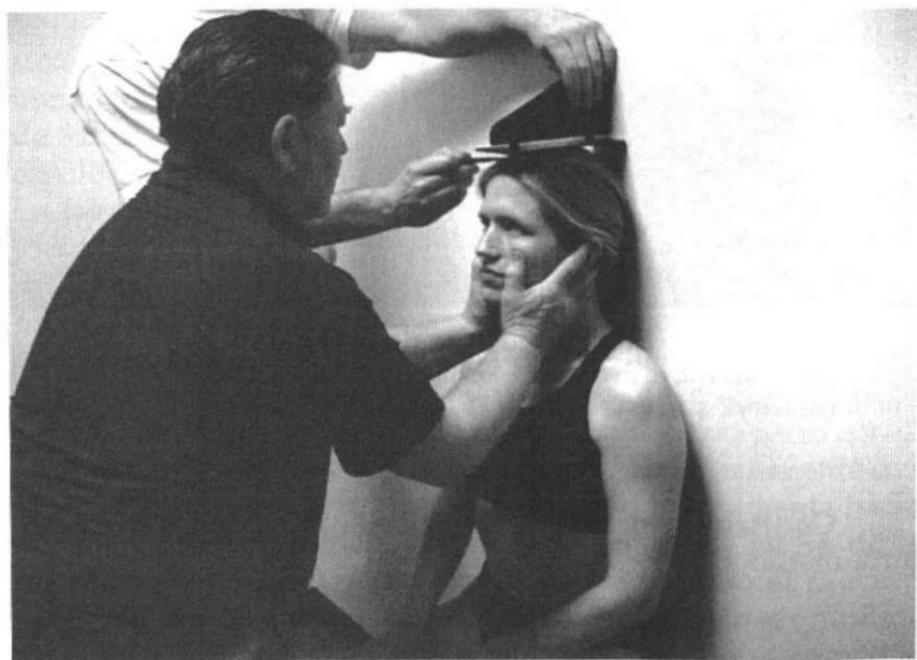


Fig. 10 Medición de la talla sentado

Figura publicada con el permiso de los autores: Ross WD, Carr RV, Carter JEL. Anthropometry Illustrated. Turnpike Electronic Publications Inc. 2000, Canada.

Confiabilidad: se han reportado errores técnicos de medición de 0.5 cm intra medidor y de 0.7 cm inter medidor.

Diámetros o Anchuras del Cuerpo

Las mediciones de las anchuras corporales pueden realizarse con bastante precisión y confiabilidad, por cuanto se efectúan tomando en consideración dos puntos óseos, comprimiendo el tejido blando. Para la realización de cualquier medición, debe tomarse en cuenta la colocación de las ramas de los antropómetros sobre los sitios previamente definidos y que el aparato siga una trayectoria perpendicular al eje del segmento a medir, la lectura de la medición debe realizarse hasta el milímetro más cercano, cuando el antropómetro es colocado en el sitio de la medición y se ejerce la presión correspondiente. El resultado de la medición se expresa en centímetros.

Procedimiento general: Se ubica el antropómetro o el calibrador de hueso con la sección extendida móvil hacia el lado derecho del antropometrista. Las secciones extendidas deben sujetarse con los dedos índice y pulgar y estar apoyadas en la palma de la mano, mientras que con el dedo medio se localiza el punto de referencia. Se ejerce una presión firme con los dedos índices a lo largo de los lados de las ramas extendidas del instrumento y se realiza la lectura.

Diámetro Biacromial

Localización: se ubica entre los puntos más laterales de los procesos acromiales cuando el sujeto se encuentra en la posición de atención antropométrica (erguido y con los brazos relajados a ambos lados del cuerpo). Esta medida indica la máxima anchura de los hombros y se toma con un antropómetro de ramas.

Procedimiento: El sujeto debe estar de pie en la posición de atención antropométrica, el técnico antropometrista se sitúa por detrás del individuo, y corre sus manos desde la base del cuello

po. El medidor se coloca por el lado derecho del individuo y aplica una de las ramas curvas del antropómetro en la parte anterior del tronco sobre el punto mesoesternal. La otra rama del instrumento se coloca en la parte posterior sobre el proceso espinoso de la vértebra ubicada en el mismo plano horizontal al punto anterior. La medición se hace al final de una expiración normal cuidando que las ramas del antropómetro no estén en contacto con los músculos pectorales (ver figura 13).

Confiabilidad: no se reporta información al respecto.



Fig. 13 Medición del diámetro anteroposterior del tórax

Figura publicada con el permiso de los autores: Ross WD, Carr RV, Carter JEL. Anthropometry Illustrated. Turnpike Electronic Publications Inc. 2000, Canada.

Diámetro bicondilar del húmero

Localización: Se encuentra entre los cóndilos medial y lateral del húmero cuando el brazo está elevado en el plano horizontal y el antebrazo flexionado por el codo formando un ángulo recto de 90 grados. Los puntos son ubicados palpando con los dedos medios los cóndilos humerales. Se utiliza un vernier modificado o calibrador de hueso pequeño.

Procedimiento: El sujeto debe estar preferiblemente sentado, el brazo extendido hasta la horizontal y el antebrazo flexionado formando un ángulo de 90 grados con la palma de la mano hacia sí mismo. El medidor se ubica frente a la persona que se mide, localiza por palpación los epicóndilos humerales con los dedos medios, y aplica las ramas del calibrador con las puntas inclinadas hacia arriba en un ángulo aproximado de 45 grados, biselando el ángulo recto formado por el codo. Se ejerce presión firme con los dedos índice y se hace la lectura de la medición, la cual es un poco oblicua debido a que el epicóndilo medio es un poco más bajo que el lateral (Figura 14).

Confiabilidad: los errores intra e inter medidores encontrados son de 0.1 cm.



Fig. 14 Medición del diámetro bicondilar del húmero

Figura publicada con el permiso de los autores: Ross WD, Carr RV, Carter JEL. Anthropometry Illustrated. Turnpike Electronic Publications Inc. 2000, Canada.

Diámetro bicondilar del fémur

Localización: Está ubicado entre los cóndilos medial y lateral del fémur cuando el sujeto se encuentra sentado y tiene la pier-

na flexionada por la rodilla formando un ángulo recto con el muslo, los puntos se ubican palpando con los dedos medios los cóndilos femorales.

Procedimiento: El sujeto debe estar sentado, con los pies apoyados en el piso y separados entre sí aproximadamente 40 cm y la rodilla flexionada en un ángulo de 90 grados. El medidor se ubica frente a la persona medida, localiza por palpación los cóndilos femorales con los dedos medios, y aplica las ramas del calibrador con las puntas inclinadas hacia arriba en un ángulo aproximado de 45 grados, biselando el ángulo recto formado por la rodilla, se ejerce presión firme con los dedos índices y se hace la lectura de la medición (Figura 15).

Confiabilidad: el error técnico de medición es de 0.1 cm (intra) y 0.2 cm. (inter).

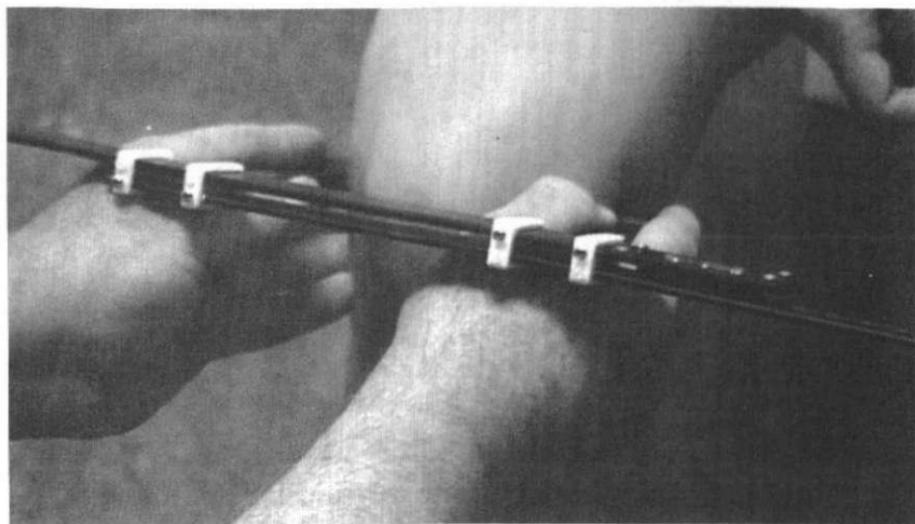


Fig. 15 Medición del diámetro bicondilar del fémur

Figura publicada con el permiso de los autores: Ross WD, Carr RV, Carter JEL. Anthropometry Illustrated. Turnpike Electronic Publications Inc. 2000, Canada.

Panículos o Pliegues Adiposos:

Los pliegues cutáneos se definen como la cuantificación de una doble capa de piel y tejido adiposo subcutáneo, localizados

en diferentes puntos anatómicos. Para la medición de los distintos pliegues se sigue una misma técnica general, variando solamente la posición particular de cada sitio. El instrumento utilizado para estas medidas es un calibrador de grasa subcutánea, con precisión de 0.2 mm.

Procedimiento general: Se debe ubicar el punto anatómico específico de cada pliegue y realizar una marca donde posteriormente se aplicarán las ramas del calibrador de grasa. Luego, usando los dedos índice y pulgar de la mano izquierda se levanta un doble pliegue de piel y grasa subcutánea, a 1 cm. aproximadamente del lugar marcado previamente para la medición, sosteniendo el pliegue con firmeza hasta que finalice la medición. Hay que tener en cuenta en todo momento, que el calibrador forme un ángulo recto con el pliegue y esperar dos segundos aproximadamente después de aplicar las ramas del instrumento sobre el pliegue, para hacer la lectura de la medida.

Pliegue del tríceps

Localización: El punto para este pliegue se ubica en la parte media y posterior del brazo, entre el acromion y el olécranon, sobre el músculo tríceps.

Procedimiento: El pliegue se separa con los dedos índice y pulgar de la mano izquierda en dirección vertical y paralelo a la línea del antebrazo, sobre la superficie más posterior del brazo encima del músculo tríceps cuando es visto de lado. El sujeto debe estar de pie con los brazos relajados a los lados del cuerpo, y las ramas del calibrador se aplican sobre la marca previamente realizada formando un ángulo recto con el pliegue levantado (Figura 16).

Confiabilidad: se reportan valores inter entre 0.8 a 1.89 mm., variando el error técnico intra de 0.4 a 0.8 mm.

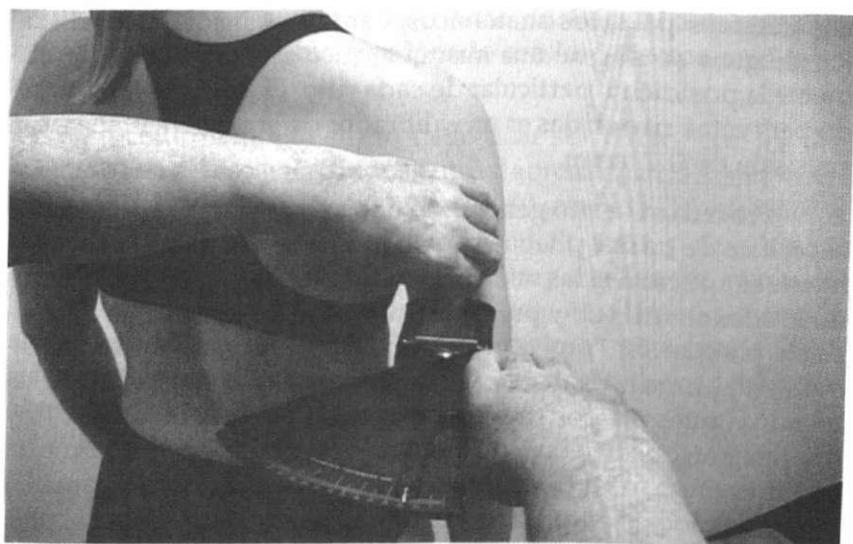


Fig. 16 Medición del pliegue del tríceps

Figura publicada con el permiso de los autores: Ross WD, Carr RV, Carter JEL. *Anthropometry Illustrated*. Turnpike Electronic Publications Inc. 2000, Canada.

Pliegue subescapular

Localización: Se ubica en el plano inferior de la escápula siguiendo la inclinación oblicua natural del hueso subescapular (un ángulo aproximado de 45 grados).

Procedimiento: El sujeto se sitúa en la posición de atención antropométrica con los brazos relajados. El medidor se ubica por detrás del sujeto y con el pulgar de su mano izquierda palpa el ángulo inferior de la escápula en el extremo más bajo. El pliegue se levanta con los dedos índice y pulgar 1 cm. por encima de la marca realizada para la medición, siguiendo una línea lateral y oblicua hacia abajo, en un ángulo aproximado de 45 grados en la región subescapular, (Figura 17).

Confiabilidad: la reproducibilidad de este pliegue es alta; se han reportado errores inter observador de 1.16 mm. y un error intra observador de 0.88 mm.

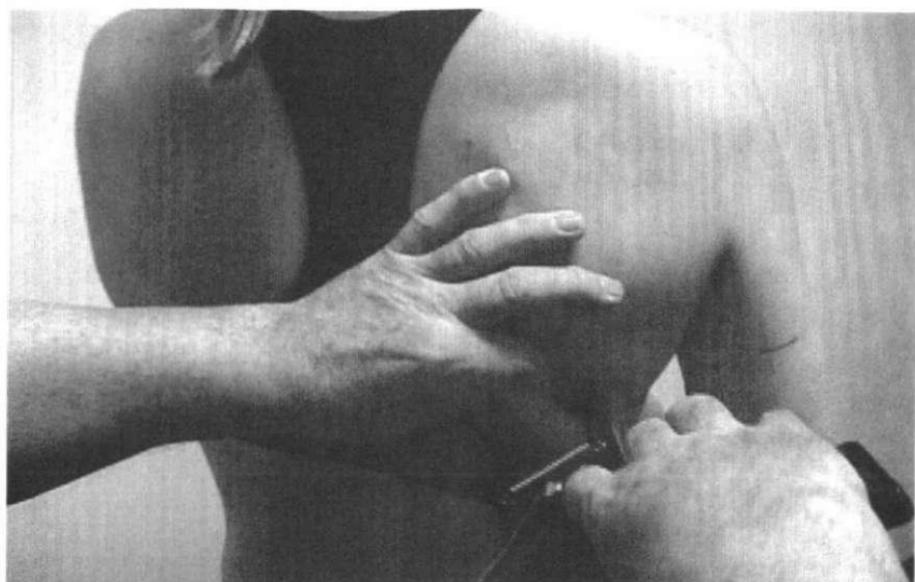


Fig. 17 Medición del pliegue subescapular

Figura publicada con el permiso de los autores: Ross WD, Carr RV, Carter JEL. Anthropometry Illustrated. Turnpike Electronic Publications Inc. 2000, Canada.

Pliegue supraespinal

Localización: El pliegue se ubica en la intersección de la línea axilar anterior con la línea horizontal del borde superior de la cresta ilíaca, siguiendo las líneas naturales de clivaje de la piel en forma descendente.

Procedimiento: El sujeto se sitúa de pie con los brazos relajados y separados del cuerpo. El medidor se ubica al lado derecho del sujeto y con el pulgar de su mano izquierda toma el pliegue, 1 cm por encima del sitio marcado en dirección oblicua, formando un ángulo de 45 grados con respecto a la horizontal, aplica las ramas del calibrador de grasa y se realiza la lectura (Figura 18).

Confiabilidad: se ha reportado gran variabilidad en el error técnico intra medición para este pliegue, con valores que van desde 0.3 mm hasta 1.5 mm.

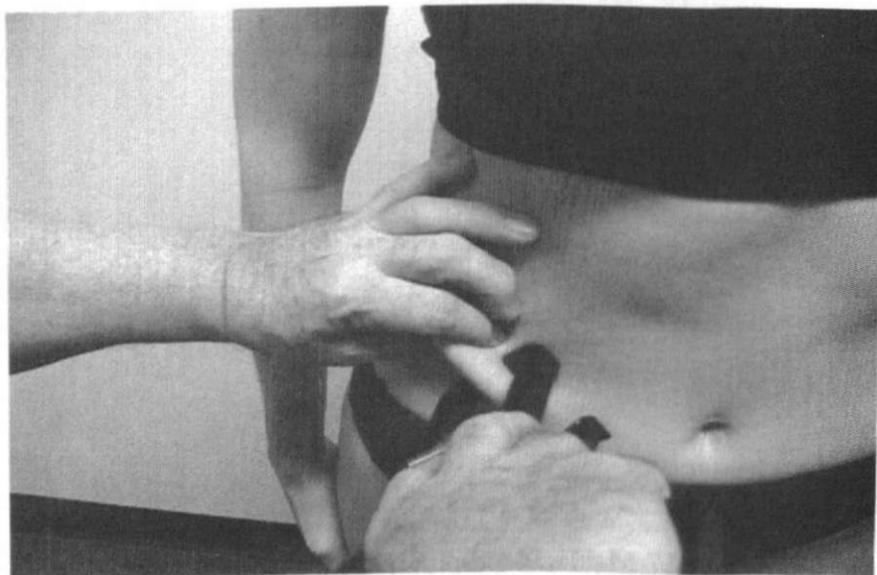


Fig. 18 Medición del pliegue supraespinal

Figura publicada con el permiso de los autores: Ross WD, Carr RV, Carter JEL. Anthropometry Illustrated. Turnpike Electronic Publications Inc. 2000, Canada.

Pliegue abdominal

Localización: Es un pliegue vertical que se toma en la línea media del abdomen, cerca de la zona del ombligo.

Procedimiento: El sujeto se coloca de pie, en posición natural y el medidor frente a éste, levanta el pliegue con los dedos índice y pulgar, se ejerce presión firme 1 cm. hacia el lado derecho del punto marcado, aplicando las ramas del calibrador y haciendo la lectura de la medición (Figura 19).

Confiabilidad: se han reportado errores técnicos de medición intra observador de 0.89 mm.

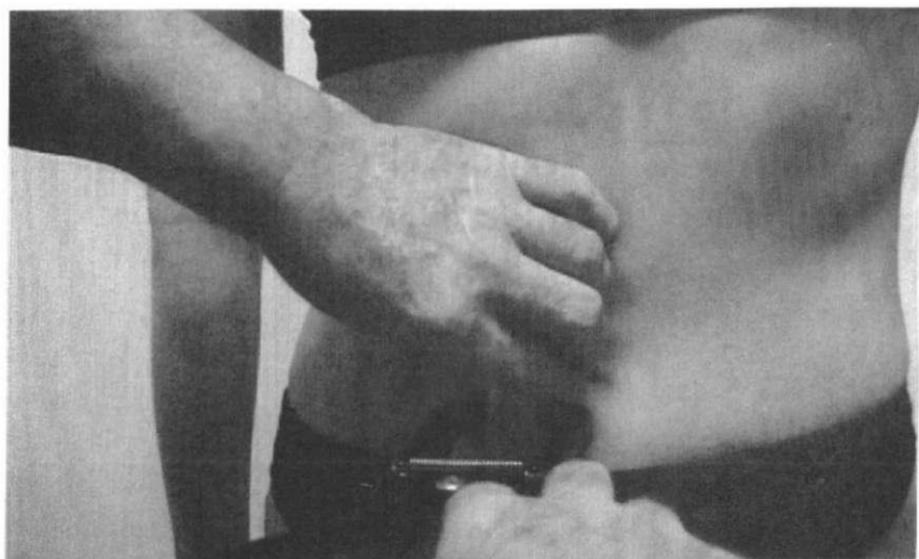


Fig. 19 Medición del pliegue abdominal

Figura publicada con el permiso de los autores: Ross WD, Carr RV, Carter JEL. Anthropometry Illustrated. Turnpike Electronic Publications Inc. 2000, Canada.

Pliegue del muslo medio

Localización: Es el pliegue tomado en la parte media anterior del muslo. El punto se ubica en la cara lateral del muslo en el punto medio de la distancia entre el pliegue inguinal y el borde superior de la rótula.

Procedimiento: La separación del pliegue se realiza en dirección vertical 1 cm. por encima del punto marcado, con el sujeto de pie y la pierna que se va a medir relajada, ligeramente flexionada y descansando el peso del cuerpo en la otra pierna. Si existe dificultad para levantar el pliegue, se puede sentar al sujeto y pedirle que ejerza presión hacia arriba con sus manos en la parte posterior de la pierna para reducir la tensión de la piel (Figura 20).

Confiabilidad: los coeficientes de confiabilidad para el mismo examinador han mostrado un rango muy amplio, desde 0.91 hasta 0.98. Se han reportado errores técnicos intra medidores de 0.5 hasta 0.7 mm.



Fig. 20 Medición del pliegue del muslo medio

Figura publicada con el permiso de los autores: Ross WD, Carr RV, Carter JEL. Anthropometry Illustrated. Turnpike Electronic Publications Inc. 2000, Canada.

Pliegue de la pantorrilla media

Localización: Es el tejido graso localizado a nivel del máximo perímetro de la pantorrilla a la altura del punto medio de la cara interna.

Procedimiento: Este pliegue debe ser tomado con la rodilla flexionada en un ángulo de 90 grados y la pantorrilla relajada, el sujeto puede estar sentado o erguido con el pie sobre un área de apoyo que le permita flexionar la pierna en un ángulo recto. El pliegue se toma en dirección vertical a la altura media de la cara interna de la pantorrilla donde se presenta la máxima circunferencia (Figura 21).

Confiabilidad: se estima un error de medición de 1.0 a 1.5 mm.

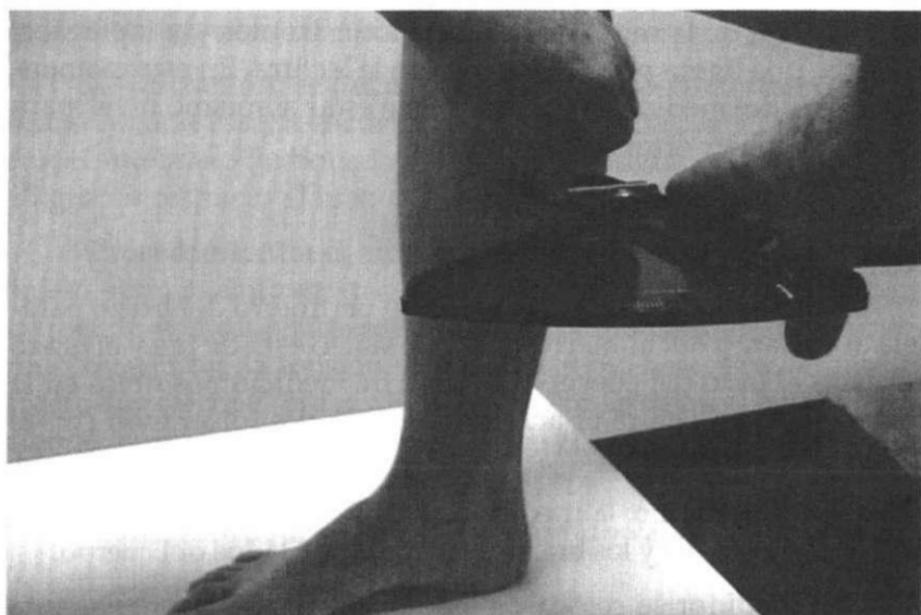


Fig. 21 Medición del pliegue de la pantorrilla

Figura publicada con el permiso de los autores: Ross WD, Carr RV, Carter JEL. Anthropometry Illustrated. Turnpike Electronic Publications Inc. 2000, Canada.

Perímetros o Circunferencias

Cuantifican tanto los perímetros de los segmentos corporales como las secciones transversales aproximadas, realizadas sobre sitios anatómicos previamente determinados. Se utiliza una cinta métrica enroscada en una caja con mecanismo de retracción automática graduada en cm y mm, con una longitud máxima entre 150 y 200 cm y con una marca que indica el final antes del cero para facilitar la lectura.

Procedimiento general: para medir los perímetros se utiliza la técnica de las manos cruzadas; la base de la cinta se toma en la mano derecha mientras que el extremo de la cinta se toma con la mano izquierda rodeando el segmento del cuerpo que se va a medir. Luego se sostienen ambos extremos en la mano derecha de manera que la cinta forme un ángulo recto, la mano izquierda queda libre para manipular la cinta y ajustarla al nivel correcto. Una vez hecho esto, la mano izquierda alcanza por debajo de la

cinta la base de la misma quedando los extremos yuxtapuestos, se ejerce una ligera presión y se realiza la lectura. En este momento los ojos del medidor y la cinta deben estar al mismo nivel para evitar cualquier error de paralelismo.

Circunferencia del brazo relajado

Localización: es la distancia del perímetro del brazo paralela al eje largo del húmero cuando el sujeto está de pie y el brazo relajado al lado del cuerpo. El punto de medición se ubica en la distancia media entre el acrómion medio y el olécranon con el antebrazo flexionado.

Procedimiento: la medición se realiza en el punto marcado, con el sujeto de pie y los brazos relajados a los lados del cuerpo.

El medidor se coloca de lado al sujeto y extiende la cinta alrededor del brazo en un plano perpendicular a éste, siguiendo la técnica de manos cruzadas.

Confiabilidad: se estiman errores técnicos de 0.1 mm a 0.4 mm (intra medidor) y de 0.3 mm inter medidor (Figura 22).

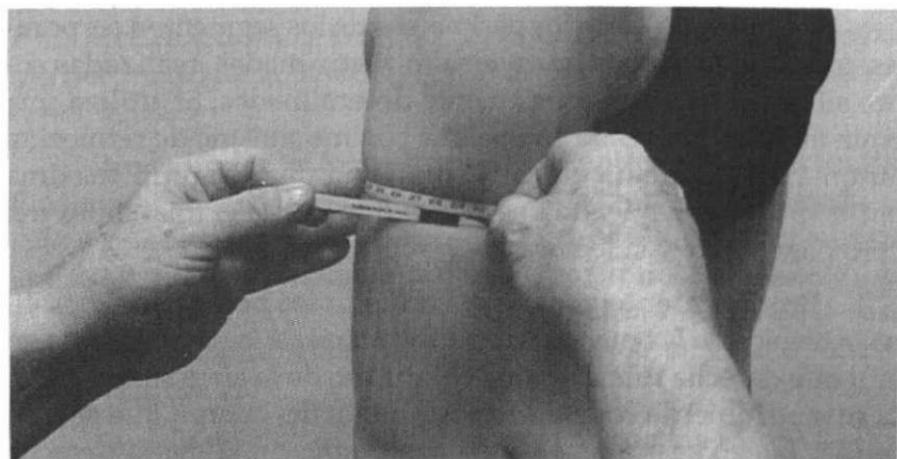


Fig. 22 Medición de la circunferencia del brazo relajado

Figura publicada con el permiso de los autores: Ross WD, Carr RV, Carter JEL. Anthropometry Illustrated. Turnpike Electronic Publications Inc. 2000, Canada.

Circunferencia del brazo flexionado

Localización: se define como la máxima circunferencia del brazo cuando éste se encuentra extendido en el plano horizontal, con el antebrazo flexionado y tenso en un ángulo aproximado de 45 grados respecto al brazo.

Procedimiento: el medidor se coloca en posición lateral al sujeto y con la cinta suelta o floja induce al sujeto a flexionar parcialmente el bíceps para identificar el punto de mayor circunferencia. Se afloja la tensión sobre el extremo base y se le pide al sujeto que cierre el puño y lleve el antebrazo hacia el hombro haciendo tensión al bíceps, de modo que el codo quede a 45 grados hasta realizar la lectura (Figura 23).

Confiabilidad: no se han encontrado valores reportados.



Fig. 23 Medición de la cicunferencia del brazo flexionado

Figura publicada con el permiso de los autores: Ross WD, Carr RV, Carter JEL. Anthropometry Illustrated. Turnpike Electronic Publications Inc. 2000, Canada.

Circunferencia del antebrazo

Localización: Es la máxima circunferencia del antebrazo cuando la mano se encuentra con la palma hacia arriba y el brazo está relajado. El punto anatómico para la medición se ubica a unos 6 cm. del radial como máximo observando el lugar de mayor perímetro.

Procedimiento: la medición se realiza en el punto mencionado, con el sujeto de pie y los brazos relajados a los lados del cuerpo. El medidor se coloca de lado al sujeto y extiende la cinta alrededor del brazo en un plano perpendicular a éste, procede al cruce de manos y realiza la lectura (Figura 24).

Confiabilidad: se han reportado valores para el error técnico intra medida de 0.2 mm.

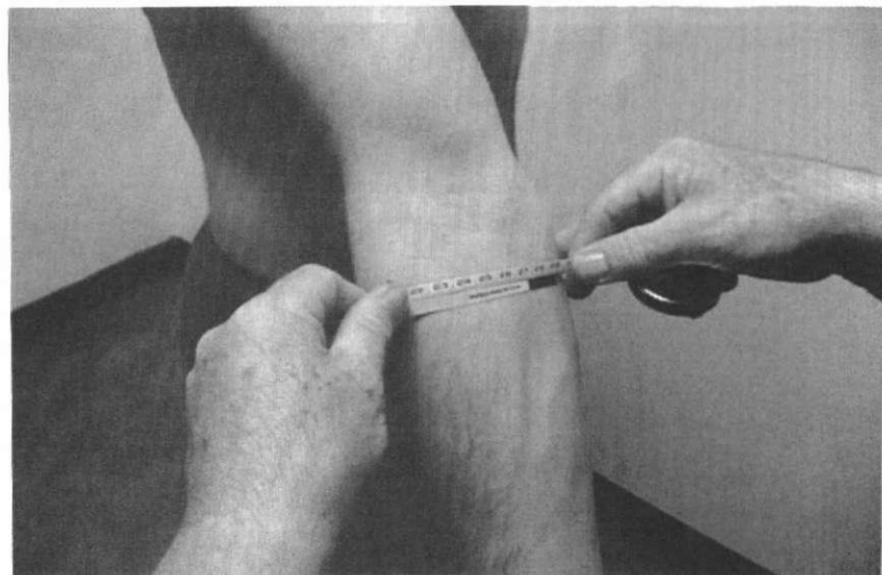


Fig. 24 Medición de la circunferencia del antebrazo

Figura publicada con el permiso de los autores: Ross WD, Carr RV, Carter JEL. Anthropometry Illustrated. Turnpike Electronic Publications Inc. 2000, Canada.

Circunferencia del tórax

Localización: se ubica al nivel del punto medio del esternón y la apófisis espinosa de la vértebra correspondiente al nivel esternal (cuarta unión costo-esternal), lateralmente esto corresponde a la altura de la sexta costilla.

Procedimiento: el medidor se coloca a la derecha del sujeto quien abduce ligeramente los brazos permitiendo que la cinta pase alrededor del tórax en un plano horizontal. La cinta se sostiene con la mano derecha mientras que con la izquierda se verifica que la cinta esté bien colocada en la parte posterior del sujeto, siguiendo el plano horizontal desde el punto mesoesternal. La lectura se realiza en una respiración normal (Figura 25).

Confiabilidad: no se han encontrado valores reportados para esta variable.

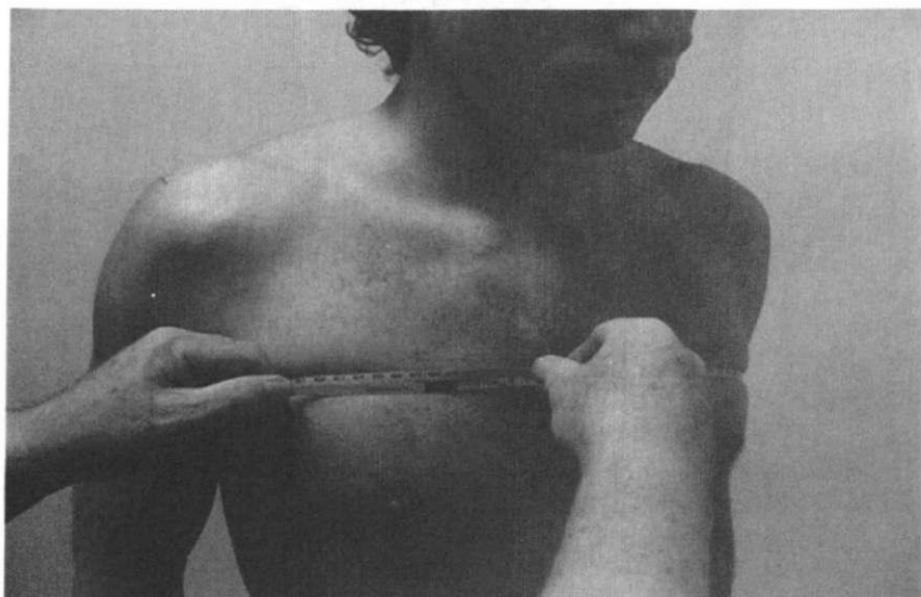


Fig. 25 Medición de la circunferencia del tórax

Figura publicada con el permiso de los autores: Ross WD, Carr RV, Carter JEL. *Anthropometry Illustrated*. Turnpike Electronic Publications Inc. 2000, Canada.

Circunferencia máxima del muslo

Localización: la cinta se coloca 1 ó 2 cm. por debajo de la línea del glúteo o sobre la unión de la protuberancia del músculo glúteo con el muslo.

Procedimiento: el perímetro máximo del muslo se obtiene con el sujeto de pie, las piernas ligeramente separadas y el peso del cuerpo bien distribuido en ambos pies. Se realiza la medición en forma perpendicular al eje largo del fémur siguiendo la técnica descrita (Figura 26).

Confiabilidad: se han encontrado valores reportados de 0.1 a 0.5 mm intra medidor y de 0.2 mm inter observador.

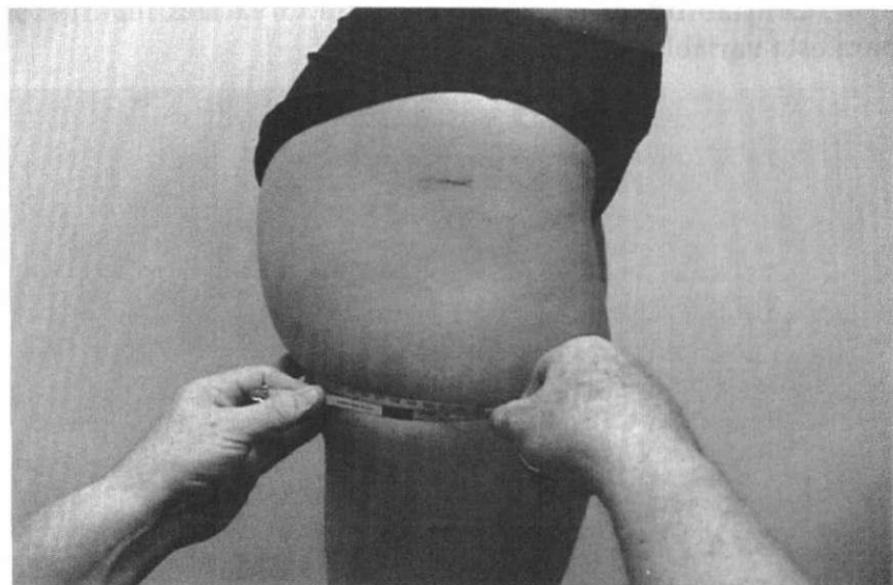


Fig. 26 Medición de la cicunferencia máxima del muslo

Figura publicada con el permiso de los autores: Ross WD, Carr RV, Carter JEL. Anthropometry Illustrated. Turnpike Electronic Publications Inc. 2000, Canada.

Circunferencia de la pantorrilla

Localización: Es el perímetro localizado en el lugar de máxima convexidad de los músculos gemelos, en un plano perpendicular al eje longitudinal de la pierna.

Procedimiento: se obtiene con el sujeto de pie, preferiblemente montado sobre un banquillo o caja, con las piernas ligeramente separadas y el peso del cuerpo bien distribuido en ambos pies. El medidor se sitúa lateral al sujeto colocando la cinta alrededor de la pantorrilla, buscando la máxima circunferencia en una serie de mediciones altas o bajas, apoyándose en sus dedos medios para desplazar la cinta hasta ubicar la máxima circunferencia (Figura 27).

Confiabilidad: el error técnico de medición reportado para esta variable es de 0.1 a 0.5 mm (inter) y de 0.2 mm (intra).

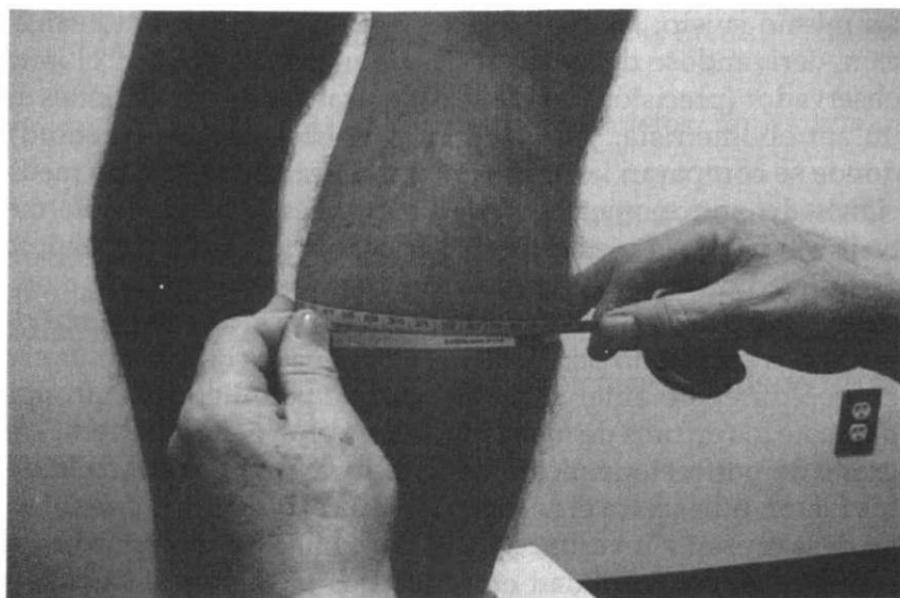


Fig. 27 Medición de la circunferencia de la pantorrilla

Figura publicada con el permiso de los autores: Ross WD, Carr RV, Carter JEL. Anthropometry Illustrated. Turnpike Electronic Publications Inc. 2000, Canada.

5.- METODOS

5.1. Métodos Estadísticos para determinar Errores de Medición.

La presente investigación se caracteriza por la utilización de diversos métodos (cuantitativo – cualitativo) los cuales se complementan y ayudan a una aproximación del problema en estudio, se proporciona así un abordaje metodológico de mayor alcance, que permite la posibilidad de incrementar la validez de los resultados del mismo. Los métodos utilizados para el tratamiento de la información (dato primario) fueron los procedimientos estadísticos de: 1) Error Técnico de Medición (ETM) y el coeficiente de variación del error técnico de medición. El ETM (Dahlberg, 1940), procedimiento que utiliza actualmente la Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría (ISAK), Norton y Olds (1996), se determina por la realización de una doble o triple medición. El evaluador efectúa todas las mediciones a un mismo sujeto, las cuales se repiten en una segunda evaluación, derivándose de ambas series de medidas, un control intra observador (precisión) donde se comparan las dos mediciones de un antropometrista, y un control inter observador (exactitud), donde se comparan las mediciones del evaluador con las mediciones del antropometrista criterio. A través de ellos se determina la calidad de la medida, apreciándose la precisión y exactitud de los medidores y del experto involucrados en el acto de medición. 2) Otro procedimiento estadístico utilizado es la prueba de los signos empleado por Habicht (1974) que se complementa con el procedimiento anterior (ETM), ya que permite localizar rápidamente los errores de medición, corregirlos, e indica además, el grado de perfeccionamiento de la técnica. Ambos procedimientos fueron útiles para el análisis del control de calidad cuantitativo de la presente investigación. 3) Por último, se incorporó el coeficiente de confiabilidad entre las dos mediciones. Behnke y Wilmore (1969), Pareja y col (1989) y Norton y Olds (1996); coinciden en señalar que con estos procedimientos estadísticos se pueden localizar rápidamente los errores de medición y se ayuda a su respectiva corrección antes que se conviertan en un mal hábito, e indican además el grado de perfeccionamiento de la técnica.

A continuación se explican los procedimientos para el cálculo de estos métodos:

1. El Error Técnico de Medición (ETM) se utiliza para valorar series repetidas de diferentes variables antropométricas, realizadas por uno o varios antropometristas. El ETM es igual a la raíz cuadrada de la suma de las diferencias al cuadrado, dividido por el doble de los pares estudiados, su fórmula es la siguiente:

$$ETM = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}}$$

Donde:

d^2 = diferencia de los pares, y el resultado se eleva al cuadrado, $(X_2 - X_1)^2$

\sum = suma de las diferencias de todas las medidas realizadas.

n = número (pares replicados) de sujetos, multiplicados por 2.

Las unidades del ETM, son las mismas de las variables medidas o estudiadas, es decir, centímetros si son estaturas o longitudes, perímetros y anchuras; milímetros cuando son pliegues adiposos y kilogramos cuando se trata del peso.

Para comparar el ETM entre diferentes medidores se calcula el porcentaje del ETM por la media (\bar{X}) de los valores de las series, su ecuación es la siguiente:

$$\%ETM = \frac{ETM}{\bar{X}} \times 100$$

Donde:

$\%ETM$ expresa el valor relativo del error técnico, y se refiere como un coeficiente de variación de la variable. Se acepta como

porcentaje de error de medición, valores de 5% para los pliegues y 1% para estaturas o longitudes, perímetros y anchuras (Ross y Marfell-Jones, 1991).

A continuación se presenta un ejemplo del procedimiento para el cálculo del ETM y el %ETM para la variable pliegue del tríceps:

	SUJETOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Primera Medición	7.2	4.6	8.4	6.6	17.2	7.2	11.4	9.6	23.2	10.0
Segunda Medición	7.0	5.0	7.4	6.2	16.4	7.2	10.8	10.2	25.2	10.2

Usando el procedimiento de las diferencias (**d**) entre la primera y la segunda medición en cada sujeto, tenemos: 0.2, -0.4, 1.0, 0.4, 0.8, 0.0, 0.6, -0.6, -2.0, -0.2; luego se calcula el cuadrado de las sumas diferenciales (d^2), que es $0.04 + 0.16 + 0.16 + 0.64 + 0 + 0.36 + 4 + 0.04$. La suma del cuadrado de las diferencias ($\hat{\Delta}d^2$) = 6.76, entonces el ETM será igual a:

$$ETM = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}}$$

$$ETM = \sqrt{\frac{6.76}{20}} \Rightarrow ETM = \sqrt{0.338} \Rightarrow ETM = 0.58mm.$$

Y el valor relativo o porcentaje de error técnico de medición será:

$$\%ETM = \frac{0.58}{10.55} \times 100 \Rightarrow \%ETM = 5.51\%$$

Donde:

10.55 es la media de las 20 observaciones realizadas.

2. Procedimiento para el cálculo de la prueba de los signos utilizada por Habitch y col (1974). Este método tiene la particularidad de indicar cuando se ha llegado a un grado satisfactorio de perfeccionamiento, ya que los medidores estudian sus propios resultados y localizan los errores más comunes (descuido, cansancio, errores sistemáticos y juicios cualitativos deficientes). El antropometrista criterio analiza los pasos del procedimiento antropométrico que se deben corregir para ayudar a detectar en que momento se ha llegado a un grado satisfactorio de estandarización que proporcione confiabilidad a la información.

Se presenta a continuación, el mismo ejemplo anterior, pero aplicando el procedimiento de Habitch: (Ver siguiente página).

Para evaluar los resultados se toman en consideración los siguientes lineamientos:

a) La Σd^2 del antropometrista criterio será generalmente la menor; su precisión será la mayor puesto que se supone que es el más competente.

b) La Σd^2 del observador es inversamente proporcional a la precisión y , además, no debe exceder del doble de Σd^2 del antropometrista criterio. Teóricamente, la Σd^2 de un observador con gran precisión debe ser igual a cero.

c) La ΣD^2 del observador, en relación inversa con la exactitud, arbitrariamente no excede el triple de la Σd^2 del antropometrista criterio.

d) La ΣD^2 del observador debe ser mayor que su Σd^2 , lo contrario requiere un examen especial de los datos y un nuevo cálculo, ya que por lo general este tipo de resultado indica descuido, error sistemático o diferencias particulares.

e) Luego las columnas d o D se inspeccionan para ver si hay errores sistemáticos. Estas columnas deben tener casi tantos

Medidor N° 1									
Sujetos	a	b	d	d ²	"signos" s	S	D	D ²	"Signos"
1	7.2	7.0	0.2	0.04	14.2	13.3	0.9	0.81	
2	4.6	5.0	-0.4	0.16	9.6	8.4	1.2	1.44	
3	8.4	7.4	1.0	1.0	15.8	16.6	-0.8	0.64	
4	6.6	6.2	0.4	0.16	12.8	30.9	2.7	7.29	
5	17.2	16.4	0.8	0.64	33.4	11.3	1.5	2.25	
6	7.2	7.2	0.0	0.0	14.2	13.0	1.4	1.96	
7	11.4	10.8	0.6	0.36	22.2	20.4	1.8	3.24	
8	9.6	10.2	-0.6	0.36	19.8	14.8	5.0	25.0	
9	23.2	25.2	-2.0	4.0	48.4	47.0	1.4	1.96	
10	10.0	10.2	-2.0	0.04	20.2	18.0	2.2	4.84	
Sumas			-0.2	6.79	5/9		17.3	49.43	9-10

Nota: a = primera medición; b = segunda medición; d = diferencia entre a y b; d² = cuadrado de las diferencias entre a y b; s = suma de a y b; S = suma de a y b del antropometrista criterio; D = diferencia entre s y S; D² = cuadrado de las diferencias entre s y S.

"Signos" = el número de signos + ó -, cualquiera sea el mayor, en d o D, es el numerador de una fracción en la que los signos del total son el denominador (sin contar los ceros).

signos más (+), como menos (-) y por consiguiente, la prueba de signos no debe ser significativa. Una prueba significativa de signos en la columna D señala, que la actuación del observador difiere de la del antropometrista criterio, ya sea por exceso cuando los signos más (+) sobrepasan a los menos (-), o por defecto; los signos menos (-) exceden a los más (+), en este caso, el observador acusa un error sistemático. Teóricamente, para que no exista diferencia entre la primera y la segunda medición, la cantidad de signos más (+), debe ser igual a la cantidad de signos menos (-).

1. Para estudiar la confiabilidad se utilizó el siguiente estimado presentado por Winer y reportado por Marks y col. (1989) en su trabajo sobre confiabilidad de las mediciones antropométricas:

$$r = \frac{1 - Sr^2}{S^2} \quad \text{ó} \quad r = \frac{1 - [ETM]^2}{SD^2}$$

Donde:

Sr^2 (varianza intra) y S^2 (varianza inter) son los cuadrados respectivos medidos dentro y entre sujetos (coeficiente de confiabilidad inter e intra medidor), mediante el análisis de varianza de una vía, en el caso del grupo inter medidor, $1-r$ contiene cualquier diferencia que exista entre medidores, SD^2 es el total de la varianza inter medidor y el ETM^2 es la varianza intra.

Ejemplo:

	SUJETOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Primera Medición	7.2	4.6	8.4	6.6	17.2	7.2	11.4	9.6	23.2	10.0
Segunda Medición	7.0	5.0	7.4	6.2	16.4	7.2	10.8	10.2	25.2	10.2

Se obtuvo la media y la desviación estándar de 10 sujetos, que fueron medidos en dos ocasiones, estos cálculos se realizaron a partir de las siguientes ecuaciones:

$$\bar{\chi} = \frac{\sum X_i}{n} \quad DS = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{\chi})^2}{n-1}}$$

Donde:

$\bar{\chi}$ = media

X_i = las mediciones

n = número de sujetos

DS = desviación estándar

Sustituyendo los valores en las fórmulas se obtiene:

$$\bar{\chi} = \frac{211}{20} \Rightarrow \bar{\chi} = 10.55 \quad DS = \sqrt{\frac{616.87}{19}} \Rightarrow DS = 5.7$$

El Error Técnico de Medición (calculado anteriormente en el ejemplo del ETM) fue de 0,58 mm., el cual se eleva al cuadrado para obtener la varianza intra, con lo cual el valor del ETM^2 es 0.336, luego se obtiene la varianza inter que es la desviación estándar al cuadrado: $DS^2 = 30.40$. Con estos valores podemos calcular el coeficiente de confiabilidad mediante la ecuación:

$$r = 1 - \left(\frac{TEM^2}{DS^2} \right) \quad r = 1 - \left(\frac{0.336}{30.40} \right) \Rightarrow r = 0.988$$

Interpretación: mientras los valores se acercan más a uno (1) las mediciones son más confiables y en la medida que éstos se alejen del mismo, la confiabilidad se hace más baja.

$$\text{Confiabilidad} = 1 - (\text{varianza intra sujetos}) / (\text{varianza entre sujetos})$$

Rodríguez y Sánchez (1987) sostienen que, mientras menor es la varianza de la variable que se estudia, lo que se traduce en una menor dispersión de los datos, mayor es la probabilidad de que se obtengan valores repetidos en las mediciones. Este comportamiento coincide con la definición de confiabilidad, es decir, el grado en el cual una medida se reproduce en el tiempo en igualdad de condiciones dando resultados coincidentes. Tal procedimiento se deriva al tomar dos medidas repetidas al sujeto, con un intervalo de tiempo (minutos u horas) entre ambas mediciones, controlando el lapso entre una y otra para impedir que emerjan fuentes de error fisiológico.

La confiabilidad tiene sus propias características distintivas y depende de la variabilidad de los sujetos. Una medida de confiabilidad de una variable particular se encuentra estrechamente relacionada con los grupo de sujetos medidos, quienes pueden ser muy diferentes entre sí o relativamente iguales (Pederson y Gore, 1994).

Algunas de las características que definen al coeficiente de confiabilidad son:

- Indica la correlación entre mediciones sucesivas en un mismo sujeto.
- Señala la habilidad del procedimiento de medición para discriminar a los sujetos.
- Siempre es positivo y no tiene unidades.
- Los rangos son de 0 a 1, este último valor indica alta confiabilidad.
- La duplicación o réplicas es recomendable realizarlas el mismo día.

5.2. Métodos Estadísticos Multivariantes

La descripción del perfil de los usuarios de la técnica antropométrica es una tarea compleja, ya que en esa clasificación están inmersos un considerable número de elementos, que en su conjunto hacen posible el procedimiento técnico antropométrico. Es necesario estudiar estas variables dentro de un contexto, y no de forma aislada o parcial; para lograr esos objetivos es necesario recurrir a los métodos estadísticos multivariantes.

Según Abascal y Grande (1989), estos procedimientos estadísticos son definidos como un conjunto de métodos que analizan de forma simultánea dos o más variables y permiten a su vez una visión del conjunto de los fenómenos en estudio. Esta metodología ayuda en el análisis de los datos, permite la comprensión de las relaciones y dependencias recíprocas y especiales de los fenómenos y desarticula la compleja interrelación de factores o variables que están presentes en el problema en estudio, considerando además, todos los elementos que los caracterizan.

La estadística multivariante está compuesta por varios procedimientos de análisis de datos, entre los cuales se pueden citar la tipología, análisis discriminante, factorial, correspondencia y clasificación. Todos ellos tienen como punto de partida una matriz de distancia o proximidades entre pares de sujetos o variables que permiten cuantificar su grado de similitud - semejanza en el caso de las distancias. Basados en estos procedimientos se pueden extraer factores, formar agrupados, identificar estructuras y dimensiones, etc. (Visauta, 1998), para ayudar a la descripción, clasificación y agrupamiento de los datos.

El método utilizado en esta investigación que se ajusta a los objetivos planteados fue el de análisis de correspondencias múltiples o análisis de homogeneidad. Para Visauta (1998) la finalidad de este procedimiento es conseguir cuantificaciones de los objetos / sujetos y, por lo tanto, de las categorías de las variables que sean óptimas. En el sentido de que las categorías estén separadas unas de otras en la dimensión o dimensiones estudiadas tanto como sea posible y, a su vez, dentro de cada categoría los

sujetos estén los más próximos unos a otros, es decir, con puntuaciones cuanto más homogéneas entre sí. Con esta metodología se pueden determinar las opiniones, prácticas y actitudes de una población en estudio, como también la interrelación entre sí y con el medio en que actúan.

6.- PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

Después de las revisiones efectuadas durante el proceso de recolección de la información, con el objetivo de detectar alguna incongruencia o error en los datos, se procedió al procesamiento de los mismos para transformarlos en fuente de información útil, que ayudó a dilucidar las interrogantes planteadas en el problema de estudio.

En el procesamiento de los datos se utilizó un equipo de computación IBM – compatible, y se emplearon los paquetes estadísticos SPSS versión 7.5. y SPAND versión 2.5. También se elaboraron los cuadros simples y los diferentes tipos de figuras y gráficos necesarios para ilustrar suficientemente los resultados del estudio. En resumen los datos se presentaron en forma clara, breve y organizada, de acuerdo a los objetivos propuestos en la investigación.

Para el análisis de los datos suministrados por los diversos instrumentos, se aplicaron pruebas estadísticas, mediante las cuales se determinaron los controles de calidad cuantitativo y cualitativo, lo cual aumentó la confiabilidad y validación de los datos. Las técnicas de estadística descriptiva contemplaron medidas de tendencia central, medidas de dispersión, coeficiente de confiabilidad, el error técnico de medición (ETM) y el porcentaje del ETM, los cuales dieron información sobre el control de calidad cuantitativo de los datos de los 5 medidores estandarizados.

En la segunda parte del análisis, que se refiere al control de calidad cualitativo, se consideraron cinco elementos que de una u otra manera tienen que ver con el acto de la medición, tenemos:

a) sujeto que se mide; b) instrumentos de medición; c) local para las mediciones; d) técnico medidor y e) técnico anotador (Figura 28).

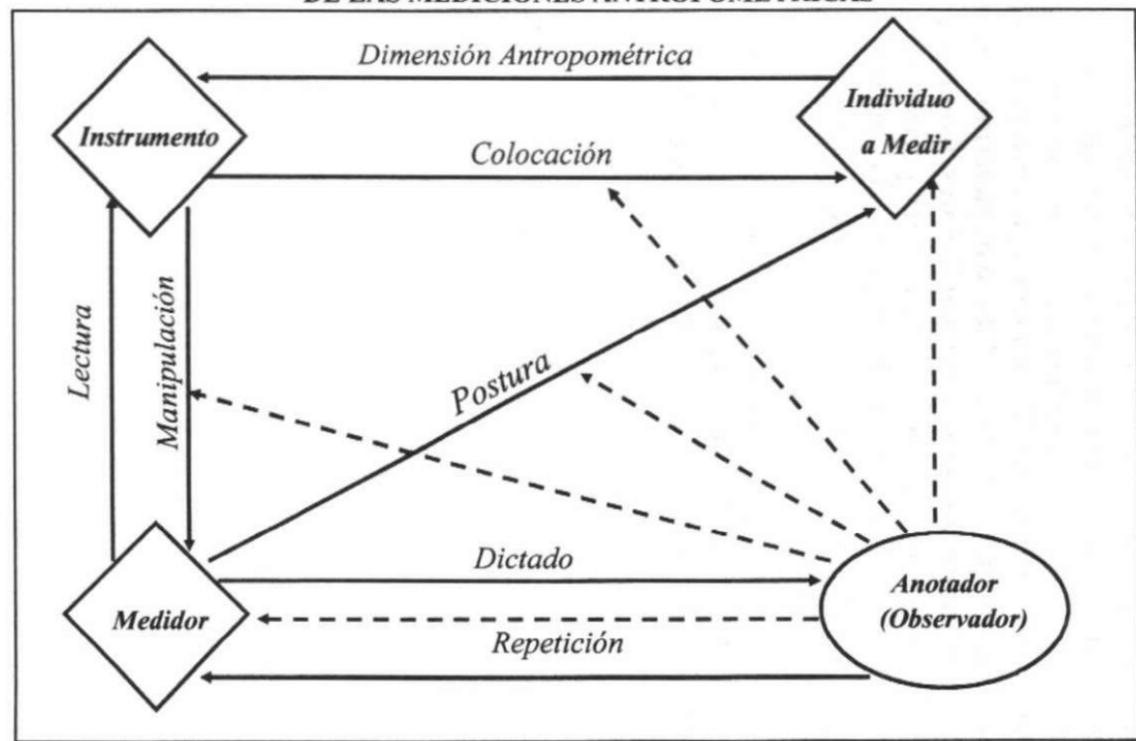
Para la evaluación de estas 5 variables se elaboró un cuestionario y se aplicó un análisis estadístico factorial (correspondencias múltiples), cuyo objetivo primordial es reducir el número de variables que se toman para la explicación de un fenómeno, en un conjunto de variables compuestas o factores que explican la mayor cantidad de varianza del mismo.

Este tipo de análisis tiene en general, tres objetivos: el estudio de las correlaciones de un gran número de variables con el fin de agruparlas en factores, de manera que las variables incluidas en cada factor estén altamente correlacionadas; la interpretación de cada factor de acuerdo a las variables contenidas en él y el resumen de ellas en factores, que se constituyen en nuevas variables compuestas. En este análisis factorial las variables originales pueden ser reemplazadas por los factores con una pérdida pequeña de información (Pérez y Ledezma, 1990), los resultados de este tipo de estudio permitieron observar las tendencias que orientan la conformación de los grupos.

Posteriormente se aplicó el método de clasificación jerárquica, el cual tiene como objetivo agrupar elementos en un número determinado de clases, de tal forma que respecto a la distribución de los valores de las variables, cada clase sea lo más homogénea internamente pero a la vez, muy distintas entre sí. Este análisis (confirmatorio) aclaró los resultados del análisis de correspondencias múltiples.

Se partió de la recopilación de los datos suministrados por las personas que laboran en estas líneas de trabajo, las cuales pueden ser válidas para toda la población que utiliza la antropometría. Para el análisis de toda la información recabada se utilizó el método inductivo - deductivo. El procedimiento inductivo es el que tiene como objeto llegar a conclusiones que estén en relación con las premisas como el todo lo está con las partes. A partir de la verdad particular, se concluyen verdades generales, con este tipo de conocimiento se puede llegar a establecer leyes generales de

FIGURA 28
VARIABLES QUE INTERVIENEN EN EL PROCEDIMIENTO
DE LAS MEDICIONES ANTROPOMÉTRICAS



FUENTE: Jordán y col. (1979).

comportamiento que parten del análisis del hecho empírico. El deductivo permite que las verdades particulares contenidas en las verdades universales se vuelvan explícitas. Así, de la teoría general acerca de un fenómeno o problema se explican hechos o situaciones particulares. Es deductivo por otra parte, en la medida en que se procesan dichos datos para determinar su validez y poder emitir juicios generales y particulares. Como se puede observar, ambos métodos se complementan y permiten organizar el procedimiento lógico general a seguir en el conocimiento, se llega así a la observación, descripción y explicación de la realidad que nos interesa.

La estrategia seguida en el análisis de los resultados contempló dividir la discusión tomando en consideración los controles de calidad cuantitativo y cualitativo respectivamente.

CAPITULO IV

Resultados y discusión

"En la naturaleza nada ocurre de forma aislada. cada fenómeno afecta a otro y es, a su vez, influenciado por éste; y es generalmente el olvido de este movimiento y de esta interacción universal lo que impide a nuestros naturalistas percibir con claridad los casos mas simples"

Friedrich Engels

1. ANÁLISIS DEL CONTROL DE CALIDAD CUANTITATIVO

Los estudios de confiabilidad relacionados con la antropometría han recibido escasa atención en las investigaciones (Habitch, 1974; Mueller y Martorell, 1988; Lasker, 1994); una razón puede ser el desconocimiento de las metodologías para describir la validez de las mediciones en un formato estadístico, confiable y claro. A fin de cumplir con los objetivos propuestos en la investigación, se procedió en primer lugar al cálculo de la estadística descriptiva (media, desviación estándar y rango) de las 19 variables antropométricas obtenidas en los 73 sujetos integrantes de la muestra (masculino n=47; femenino n=26) todos ellos pertenecientes a diversas selecciones nacionales e integrantes de distintos deportes. Esta población presenta la particularidad de ser magra y con un desarrollo óseo-muscular bien definido, lo que facilita las mediciones y por consiguiente el dato primario es más confiable. En el cuadro 3 se presentan los datos antropométricos generales de toda la muestra, en él se puede apreciar lo heterogéneo del grupo a pesar de ser una población de deportistas, pero integrantes de diversas disciplinas con características morfológicas que difieren de un deporte a otro.

La estrategia seleccionada para aplicar la prueba de estandarización fue la siguiente: realizar sólo un pequeño número de mediciones antropométricas, las cuales se tomaron en función de dos criterios: a) variables antropométricas que tienen un uso frecuente en diferentes tipos de evaluaciones, como son: la talla, diámetros biacromial y bicrestal, circunferencia del brazo y el pliegue del tríceps. Según Ross y Marfell-Jones (1991) se recomienda en el control de calidad tomar por lo menos una de cada magnitud antropométrica estudiada; b) dimensiones somatométricas que presentan cierta dificultad para su localización y correcta medición, entre éstas se seleccionaron las circunferencias del muslo y del tórax y los pliegues del muslo y supraespinal.

Con estas 9 variables antropométricas se procedió a aplicar la prueba de estandarización a cinco medidores que cumplieron con un entrenamiento intensivo, entre esos medidores se en-

contraban el antropometrista criterio o experto en mediciones. Esta primera parte de los resultados estuvo orientada hacia el análisis del control de calidad cuantitativo, a través del error técnico de medición, la prueba de los signos y el coeficiente de confiabilidad. La totalidad de esos métodos fueron aplicados a los cuatro medidores y el antropometrista criterio. Con el propósito de verificar el resultado o producto (dato primario) de la técnica antropométrica se tomaron como referencia o límites de tolerancia los valores propuestos por Ross y Marfell-Jones (1991), para diámetros, circunferencias, talla y pliegues cutáneos. Estas referencias son utilizadas comúnmente en poblaciones activas o deportistas, cuando se desea conocer el valor absoluto o el porcentaje del error técnico de medición (ETM y %ETM). (Cuadro N° 3).

A continuación se analizan los resultados de cada procedimiento.

1.1. Error Técnico de Medición (ETM):

A). Error técnico de medición intra observador (precisión)

Con el cálculo del Error Técnico de Medición (ETM) intra observador se determinó la precisión de los antropometristas, entendiéndose como precisión la aptitud o capacidad que tiene un evaluador de repetir una medida lo más idéntica posible a la primera medición. Una alta precisión se corresponde con baja variabilidad en sucesivas mediciones, o una baja precisión implica alta variabilidad en las mediciones.

En el cuadro 4, se puede observar el nivel de precisión de los cinco evaluadores. La mejor aptitud en la mayoría de las mediciones la obtuvo el antropometrista criterio con valores que estuvieron entre 2.4 mm a 2.8 mm para la talla. Estas cifras indican una precisión satisfactoria para todos los medidores, ya que los límites de tolerancia para esta variable según Ross y Marfell-Jones (1991) es de 3.0 mm, estos valores coinciden con los encontrados por Ulijaszek y Lourie (1994) con valores del ETM (intra) de 2.5 mm. Sin embargo, algunos evaluadores en ciertas mediciones

Cuadro 3

Estadística descriptiva de las variables antropométricas de atletas pertenecientes a diversos deportes de la selección nacional (n = 73)

Variables	Masculino (n=47)				Femenino (n=26)			
	Media	DS	Mínimo	Máximo	Media	DS	Mínimo	Máximo
Peso	66.3	20.0	30.5	102.3	55.9	11.1	32.5	81.8
Estatura	169.5	13.3	143.1	186.0	161.6	7.0	144.6	174.7
Talla Sentado	87.7	7.4	73.9	98.9	85.4	4.0	75.9	91.2
Pliegue del Tríceps	10.3	5.5	4.0	28.4	16.6	4.9	7.0	24.4
Pliegue Subescapular	11.3	5.1	4.4	26.6	13.4	5.0	6.2	27.0
Pliegue Supraespinal	10.2	5.5	3.2	23.8	11.8	5.1	5.0	26.6
Pliegue Abdominal	17.2	9.0	5.6	38.6	18.7	6.0	9.4	34.0
Pliegue del Muslo	14.7	6.9	5.0	32.0	23.2	6.7	11.2	41.4
Pliegue de Pantorrilla	9.8	4.7	4.0	26.4	15.7	5.1	7.2	26.4
C. Brazo Relajado	27.5	4.8	17.4	37.6	25.8	2.8	19.4	30.8
C. Brazo Flexionado	30.4	5.3	19.9	41.0	26.9	2.7	20.8	32.0
C. Antebrazo	25.8	3.3	19.3	32.7	22.8	2.2	16.3	28.0
C. Tórax	92.4	13.9	59.9	110.7	86.8	4.3	79.6	93.7
C. Muslo	54.5	7.7	38.0	65.6	53.2	6.3	40.8	68.7
C. Pantorrilla	35.3	4.0	27.0	42.1	34.0	3.4	26.9	42.8
D. Biacromial	39.1	4.5	30.2	46.0	36.3	2.3	31.6	40.3
D. Bicrestal	26.7	3.1	19.7	31.7	25.9	1.8	22.6	31.1
D. Bicondilar Húmero	6.8	0.6	5.4	7.9	6.2	0.3	5.5	6.8
D. Bicondilar Fémur	9.2	1.9	0.8	10.6	8.8	0.4	8.1	9.9

Fuente: Datos propios de la investigación

Nota: DS = desviación estándar; C = circunferencia; D = diámetro. Peso en Kg; Estatura, Talla sentado, Circunferencias y Diámetros en cm; Pliegues en mm.

obtuvieron mejor precisión que el antropometrista criterio. Para los diámetros oscilaron entre 2.0 mm (satisfactorio) a 4.7 mm (deficiente) según Ross y Marfell-Jones. La literatura reporta para las variables antropométricas diámetro biacromial y bicrestal, valores de 1-2 mm. Exceptuando la talla estas magnitudes fueron las que presentaron menor rango de variación para los antropometristas de la investigación.

En las circunferencias se pudo observar una variabilidad mayor en el antropometrista N° 4 (medidor con la menor experiencia en pruebas de estandarización), sus ETM tuvieron un rango entre 3.5 a 8.7 mm. Valores estos muy por encima de los reportados como aceptables (1.0 a 2.0 mm) para los perímetros del muslo, brazo y tórax.

Un comentario aparte merecen los resultados obtenidos en las variables pliegues cutáneos (tríceps, muslo y supraespinal), ya que los cinco medidores reflejaron en sus ETM una precisión satisfactoria o excelente, el rango encontrado osciló entre 0.18 mm a 0.71 mm, es decir cifras por debajo del valor 1 mm permitido. La explicación de este hecho puede estar en un refinamiento mayor en las mediciones para estas variables por parte de los medidores y en tratar de afinar más la medición o precisión, pues es por todos conocida la dificultad de medir pliegues cutáneos (localización anatómica del punto, el comprimir el pliegue y el manejo del instrumento), es decir todo el procedimiento de medición. Lohman (1981) reporta para el ETM intra observador de los pliegues cutáneos valores entre 0.8 a 2.5 mm, señalando además que este error intra examinador varía dependiendo de la experiencia del técnico, constitución física del sujeto y el método de estimación del error.

Sin embargo, Marks y col. (1989), estiman una magnitud de error aceptable para los pliegues de 2 a 3 mm. Como se puede apreciar hay diversas opiniones de autores en cuanto a los límites o valores de referencia permitidos, de cada investigador depende la decisión que se deba tomar para establecer la referencia que más convenga a los objetivos que se han planteado.

Además, hay que tomar en consideración que cada sexo, edad y sitio anatómico presentan comportamientos diferentes, acorde con la ontogenia y el estilo de vida de los individuos (Pérez, 1998).

En general todos los medidores presentaron homogeneidad en cuanto a los aciertos y desaciertos en la precisión de las diversas magnitudes antropométricas. Para la talla se obtuvo una precisión satisfactoria, en los diámetros la precisión disminuyó en algunos medidores, las circunferencias aumentaron la variabilidad de los evaluadores y los pliegues cutáneos presentaron un comportamiento diferente a lo esperado, con una precisión satisfactoria. En la mayoría de los casos la mejor precisión la presentó el antropometrista criterio y la mayor variación o precisión deficiente la presentó el antropometrista con menor experiencia (el medidor N° 4). Habicht (1974) afirma, que el valor más fidedigno es el que presenta el antropometrista criterio, ya que éste posee más experiencia y está en condiciones de evaluar su propia exactitud. Sin embargo, señala que el personal con poca experiencia a menudo mide con más precisión que el profesional, debido al empeño que pone en la realización de sus labores. Esta situación a veces conduce a datos falsamente precisos que dificultan su interpretación y el mejoramiento del método. En nuestro ejercicio de estandarización estas situaciones se presentaron, pero fueron abordadas de la manera más constructiva, con una supervisión y entrenamiento mayor.

En el cuadro 5 se aprecia el nivel de precisión para las variables estudiadas, reportados por expertos a nivel internacional, como son el grupo de trabajo del Proyecto Antropológico de Deportes Acuáticos (KASP) y el Instituto de Medicina del Deporte de Cuba (IMD), donde se indica el ETM y el %ETM para determinar la precisión y los cuales sirven como punto de referencia obligatorio para todos los que trabajan evaluando al hombre en movimiento.

Cuadro 4
Valores de la prueba de estandarización (precisión)
Obtenidos por los antropometristas de la investigación

VARIABLES	MEDIDORES - ERROR TECNICO DE MEDICION INTRA OBSERVADOR									
	Antropometrista Criterio		Medidor 1		Medidor 2		Medidor 3		Medidor 4	
	ETM	%ETM	ETM	%ETM	ETM	%ETM	ETM	%ETM	ETM	%ETM
Estatura (cm)	0.27	0.17	0.24	0.15	0.24	0.15	0.25	0.16	0.28	0.18
Circunferencia del brazo flexionado (cm)	0.20	0.76	0.25	0.97	0.16	0.61	0.23	0.86	0.51	1.97
Circunferencia del muslo (cm)	0.23	0.47	0.26	0.56	0.19	0.40	0.31	0.64	0.35	0.73
Circunferencia del tórax (cm)	0.32	0.41	0.32	0.42	0.40	0.51	0.74	0.95	0.87	1.11
Diámetro biacromial (cm)	0.20	0.57	0.24	0.68	0.47	1.35	0.43	1.23	0.26	0.76
Diámetro bicrestal (cm)	0.22	0.94	0.21	0.88	0.37	1.58	0.20	0.86	0.33	1.39
Pliegue del tríceps (mm)	0.35	3.66	0.58	5.51	0.18	1.62	0.69	6.01	0.32	3.01
Pliegue del muslo (mm)	0.26	2.19	0.36	3.07	0.33	2.39	0.29	2.11	0.71	5.68
Pliegue supraespinal (mm)	0.22	3.03	0.23	3.10	0.36	4.05	0.60	7.06	0.65	7.89

Fuente: Datos propios de la investigación Nota: ETM = Error Técnico de Medición

Cuadro 5
Nivel de precisión de los medidores del KASP* E IMD**

Variables	KASP*		IMD**	
	ETM	%ETM	ETM	%ETM
Estatura (cm)	0.22	0.12	0.25	0.10
Circunferencia del brazo flexionado (cm)	0.22	0.69	0.37	1.27
Circunferencia del muslo (cm)	0.33	0.64	0.25	0.48
Circunferencia del tórax (cm)	0.83	0.85	-	-
Diámetro biacromial (cm)	0.37	0.95	-	-
Diámetro bicrestal (cm)	0.32	0.17	-	-
Pliegue del tríceps (mm)	0.39	3.68	0.35	4.48
Pliegue del muslo (mm)	0.64	4.04	0.62	3.82
Pliegue supraespinal (mm)	0.57	7.49	0.33	4.96

Fuente: *CARTER y Col, (1994) ** Rodríguez, C. (Comunicación personal)

NOTA:

*KASP = Kinanthropometry Aquatic Sports Project. **IMD = Instituto de Medicina Deportiva de Cuba.

ETM = Error Técnico de Medición

Los resultados del porcentaje del error técnico de medición indican la presencia de medidores que presentaron 1.0% ETM (intra) para las variables: talla, diámetros y circunferencias. Sin embargo, para estas mismas variables los medidores 2, 3 y 4 tienen valores que están ligeramente por encima de lo permitido con un rango que va desde 1.11% a 1.58% del ETM.

En el caso de los pliegues cutáneos la precisión del antropometrista criterio continuó siendo la mejor, con valores por debajo del 5%, límite de tolerancia estipulado por ISAK. El medidor N°2 presentó un %ETM cercano al antropometrista criterio en las variables talla y circunferencias, no así en los diámetros, donde las cifras presentan una mayor diferencia. El antropometrista con menos experiencia (medidor N°4), sobrepasó los valores establecidos para los pliegues del muslo %ETM 5.68% y supraespinal 7.89%.

Como conclusión de este análisis tenemos que la precisión satisfactoria la presentó el antropometrista criterio y la menor precisión recayó sobre el antropometrista de menor experiencia. En esta parte del análisis se pudo evidenciar unas diferencias sistemáticas (excelente precisión en la variable talla, aumenta la variabilidad en los diámetros y circunferencias y una buena precisión en los pliegues cutáneos) o constantes entre los diversos medidores y los errores técnicos de medición. Esta situación orienta hacia la necesidad de mejorar las técnicas, identificar sesgos en los evaluadores o medidores y aplicar correctivos.

B). Error técnico de medición inter observador (exactitud)

La exactitud nos indica la capacidad de coincidencia de la medida observada con la medida o valores reales de las variables, en este caso representadas por las mediciones del antropometrista criterio, el cual se supone no comete errores de medición. Al analizar los resultados del ETM, se evidencia que todos los medidores presentaron baja exactitud en relación al antropometrista criterio en casi todas las variables antropométricas (Cuadro 6). Las diferencias inter observador excedieron los lími-

tes o valores preestablecidos por algunos investigadores (Frisancho, 1990; Cameron, 1986; Chumlea y col., 1984). Los pliegues cutáneos del tríceps, supraespinal y muslo presentaron valores elevados para el ETM y %ETM, excepto la evaluación realizada por el medidor N°1 para el pliegue del muslo y el supraespinal con valores considerados como satisfactorios (0.57, 4.38%; 0.37, 5.03%). Los demás evaluadores presentaron una exactitud deficiente con porcentajes que van desde 9.57% hasta 27.83% superando ampliamente los valores de referencia reportados por Ross y Marfell-Jones (1991) y Lohman y col. (1988), los cuales indican un %ETM de 5% para los pliegues o 1-2 mm en el ETM. La otra variable con una exactitud moderada para el ETM, fue la talla con un %ETM aceptable, es decir, menos del 1% y cifras que superan los 3 mm en relación con el antropometrista criterio.

Las magnitudes de las circunferencias y diámetros tuvieron un comportamiento parecido a los pliegues cutáneos, es decir, una exactitud deficiente. El ETM y sus porcentajes respectivos se elevan, incrementándose por tanto, las diferencias con el antropometrista criterio. (Cuadro N° 6).

Este problema (exactitud deficiente) que se genera cuando las mediciones son realizadas por varios evaluadores, debe ser corregido a través de un proceso de entrenamiento (estandarización) antes que se convierta en un mal hábito. Pareja y col. (1989) sostienen, que en toda evaluación en que participan diferentes observadores, la falta de uniformidad reduce la sensibilidad de los resultados y puede conducir a conclusiones falsas. Por su parte Frisancho (1990) elaboró una escala cuyos valores se expresan en milímetros con excepción del peso en kilogramos (Cuadro 7) basada en unas tablas propuestas por Zerfas en 1985 que ayuda a determinar el grado de perfeccionamiento o exactitud de los medidores en el trabajo de campo.

Cuadro 6
Valores de la prueba de estandarización (exactitud) obtenidos por los antropometristas de la investigación

VARIABLES	MEDIDORES – ERROR TECNICO DE MEDICION INTEROBSERVADOR									
	Antropometrista Criterio		Medidor 1		Medidor 2		Medidor 3		Medidor 4	
	ETM	%ETM	ETM	%ETM	ETM	%ETM	ETM	%ETM	ETM	%ETM
Estatura (cm)	-	-	0.47	0.30	0.86	0.55	0.40	0.26	0.41	0.26
Circunferencia del brazo flexionado (cm)	-	-	0.64	2.51	0.48	1.85	0.80	3.04	0.44	1.68
Circunferencia del muslo (cm)	-	-	1.00	2.10	0.84	1.75	0.68	1.41	0.81	1.68
Circunferencia del tórax (cm)	-	-	0.96	1.23	0.75	0.96	0.83	1.06	1.51	1.92
Diámetro biacromial (cm)	-	-	0.55	1.57	0.75	2.17	0.53	1.51	0.65	1.89
Diámetro bicrestal (cm)	-	-	0.42	1.77	0.36	1.50	0.33	1.38	0.56	2.36
Pliegue del tríceps (mm)	-	-	1.11	10.99	1.59	15.35	2.28	17.65	1.17	9.57
Pliegue del muslo (mm)	-	-	0.52	4.38	2.23	17.24	2.09	19.83	1.80	17.66
Pliegue supraespinal (mm)	-	-	0.37	5.03	2.25	27.83	1.87	23.81	1.86	24.15

Fuente: Datos propios de la investigación

Nota: ETM = Error Técnico de Medición

Cuadro 7

Evaluación del error de medición diferencias entre el antropometrista criterio y los medidores

Variables	Clasificación			
	Bueno	Regular	Pobre	Deficiente
Tallas (mm)	0 - 5	6 - 9	10 - 19	20 ó >
C. Brazo (mm)	0 - 5	6 - 9	10 - 19	20 ó >
Peso (Kg)	0 - 0.1	> 0.2	0.3 - 0.4	0.5 ó >
P. Adiposos (mm)	0 - 0.9	1 - 1.9	2 - 4.9	5 ó >

Fuente: Frisancho (1990).

Según esta propuesta, nuestros valores para la talla, que van desde 4.7 hasta 8.6 mm, clasifican a los evaluadores en la categoría regular. Los pliegues cutáneos en la mayoría de los medidores presentaron cifras con un rango que oscila entre 1.11 mm a 2.28 mm, ubicándose en la clasificación de regular a pobre. Los resultados obtenidos para los pliegues cutáneos coincidieron con los hallazgos reportados por Cameron (1986); Lohman y col. (1988); Marks y col. (1989); Mueller y Kaplowitz (1994), quienes encontraron un bajo nivel de confianza inter observador (una exactitud pobre) en las distintas muestras analizadas, sugiriendo tomar precaución en este tipo de variable, cuya confiabilidad está determinada por varios factores. Así mismo Rodríguez y Sánchez (1987), afirman que quien no sea un medidor con una exactitud satisfactoria, es decir, un antropometrista con experiencia bien capacitado, lo que hace sencillamente es obtener un dato falso, totalmente carente de valor. Estas deficiencias podrían subsanarse con un entrenamiento uniforme y chequeos frecuentes de los medidores para lograr que las diferencias o la variabilidad inter observador sea mínima, mejorando su exactitud. En este sentido Lohman (1981) encontró, que la diferencia promedio entre un

antropometrista experimentado y cuatro no experimentados oscilaba entre menos de 1 mm y mayor a 3 mm, dependiendo del sexo del individuo y la zona de medición. Sugiere que con un entrenamiento cuidadoso se pueden reducir tales errores de 1 a 2 mm.

En general se puede decir que la exactitud de los medidores fue deficiente, de esta información, surge una pregunta inquietante: ¿cuán confiable son los valores que se obtienen a partir de las dimensiones antropométricas, cuando el mismo sujeto es medido por diferentes evaluadores? Esa gran variabilidad inter observador muchas veces está determinada por: a) la no correcta localización de los puntos anatómicos; b) por procedimientos no estandarizados; c) falta o escaso entrenamiento de los evaluadores o medidores; d) aplicación incorrecta de los instrumentos. Estos errores en la técnica de medición, han llevado a sorprendentes faltas de la reproductibilidad (exactitud) inter observador reportados por la literatura. Es por eso que el objetivo de un buen control de calidad en evaluaciones antropométricas, es estandarizar los procedimientos para que los resultados sean confiables.

1.2. Prueba de los Signos o Método de Estandarización

Esta metodología es de gran utilidad en el trabajo de campo y permite a los medidores analizar sus propios resultados. Habitch (1974), sostiene que este procedimiento proporciona al antropometrista criterio la oportunidad de indagar cuales son las características que deben mejorarse para garantizar unos resultados precisos y exactos de los medidores.

Este procedimiento complementa al descrito anteriormente (ETM y %ETM intra e inter observador), ya que no se limita únicamente a verificar si hay o no precisión y exactitud deficiente o satisfactoria de los medidores, señala además lo siguiente: a) ayuda a localizar rápidamente los errores de medición; b) el origen de los mismos; c) indica el grado de perfeccionamiento de la técnica.

En el cuadro 8 se presenta un resumen de la prueba de estandarización para las nueve variables antropométricas reali-

zada por los medidores y el antropometrista criterio. La Σd^2 para la talla, presenta una precisión satisfactoria para los medidores. La Σd^2 debe ser menos del doble de la del antropometrista criterio (2,84). (Cuadro N° 8).

Teóricamente la Σd^2 del antropometrista criterio será menor y su precisión la mayor, porque se supone que es la persona con mayor experiencia en mediciones.

Para las demás variables en general el medidor N°1 obtuvo la mejor precisión, a excepción del pliegue del tríceps donde la precisión fue insatisfactoria. El medidor N°2 obtuvo buena precisión en todas las variables con la salvedad de los diámetros de pliegue supraespinal. El medidor N°3 desmejoró la precisión en nueve variables en estudio, casi la mitad (cuatro), con precisión insatisfactoria. El medidor N°4, el de menor experiencia en mediciones, estuvo impreciso en más del 50% de las variables antropométricas. Todos los medidores presentaron baja precisión en los pliegues, el supraespinal en especial, y mayor variabilidad en tres medidores.

La prueba de los signos permite ver cuando un medidor u observador está evaluando por debajo (subestimando), o por encima (sobrestimando) de sí mismo o del antropometrista criterio. En el caso de predominio de un signo sobre otro, pudiendo encontrarse diferencias estadísticas, Habicht (1974) sostiene que la prueba de signos significativos en la columna de las Σd^2 indica una diferencia probable entre la primera medición y la segunda. Eso quiere decir que el observador se ha cansado o que el sujeto ha "cambiado", el esfuerzo y la tensión por parte del sujeto tiende a menguar, fatigándose y midiendo por encima del verdadero valor, creyendo que el individuo que se mide ha crecido.

Teóricamente tendría que haber tantos signos (+) como (-) por consiguiente la prueba de signos no debe ser estadísticamente significativa. En ese sentido el mismo autor señala que para determinar si hay en una prueba de estandarización diferencias entre la primera y la segunda medición donde el número de sujetos es 10; el número de días del mismo signo será 9 ($p < 0,1$).

Cuadro 8
Prueba de estandarización (precisión) de mediciones antropométricas (Metodología de Habicht)

VARIABLES	MEDIDORES - ERROR TECNICO DE MEDICION INTRA OBSERVADOR											
	Antropometrista Criterio	Medidor 1	Medidor 2	Medidor 3	Medidor 4	Antropometrista Criterio	Medidor 1	Medidor 2	Medidor 3	Medidor 4		
	Σd^2	Signo	Σd^2	Signo	Σd^2	Signo	Σd^2	Signo	Σd^2	Signo	Σd^2	Signo
Estatura (cm)	1.42	9/10	1.11	-2/4	1.12	7/8	1.21	5/7	1.57	5/10		
Circunferencia del brazo flexionado (cm)	0.77	-5/9	1.22	-4/8	0.50	-5/9	1.03	-3/6	5.20	6/10		
Circunferencia del muslo (cm)	1.03	-6/9	1.38	4/5	0.73	5/8	1.89	-7/8	2.46	5/8		
Circunferencia del tórax (cm)	2.08	6/10	2.08	5/8	3.16	-5/8	11.04	-5/7	15.30	-6/10		
Diámetro biacromial (cm)	0.79	-5/6	1.13	5/9	4.47	8/10	3.71	-6/10	1.36	4/7		
Diámetro bicrestal (cm)	1	4/8	0.87	4/8	2.81	5/7	0.84	-5/8	2.19	-6/9		
Pliegue del tríceps (mm)	2.51	-3/5	6.76	5/9	0.64	-4/5	1.72	-4/8	10.00	6/8		
Pliegue del muslo (mm)	1.37	-5/6	2.6	-4/8	2.20	-6/8	9.40	-4/8	2.09	5/7		
Pliegue supraespinal (mm)	0.96	4/8	1.08	-4/7	2.64	6/9	7.16	6/10	8.36	-4/8		

Fuente: Datos propios de la investigación
Antropometrista Criterio = $(2 \times \Sigma d^2)$

En nuestra investigación en ninguna de las pruebas se presentaron signos para la columna de resultados significativas, es decir, en términos generales no hubo diferencias entre la primera y segunda evaluación en la mayoría de las magnitudes somatométricas de los medidores, con la excepción del evaluador N° 4 quien presentó una precisión deficiente en sus evaluaciones.

La prueba de los signos para medir exactitud (Cachero) arrojó valores elevados de ΣD^2 , para todas las variables antropométricas (talla, diámetros, circunferencias y pliegues) los cuales evidencian una exactitud deficiente. Los resultados de este procedimiento sugieren que la ΣD^2 de cada medición debe exceder el triple de la Σd^2 del antropometrista criterio (Σd^2). (Cuadro 9).

Habitch (1974) reporta que los valores elevados de ΣD^2 indican descuido, error sistemático o diferencias particulares. En el análisis de la prueba de signos se encontraron valores estadísticamente significativos en un porcentaje apreciable de las variables antropométricas. Estos resultados indican que las evaluaciones de los medidores difieren del antropometrista criterio ya sea por sobreestimación (mayor número de signos - o signos -) o subestimación (mayor número de signos - que los +). En consecuencia los hallazgos confirman la presencia de errores sistemáticos en las mediciones por parte de los evaluadores, entendiéndose por error sistemático a la variación individual, que se produce en el medidor durante la aplicación del proceso de medición (Cuadro 10).

Estos resultados defectuosos o de escasa exactitud, indican que no se realizó el entrenamiento necesario antes de hacer las evaluaciones. En ese sentido una vez identificada la naturaleza del error la estrategia estará dirigida a fijar un nuevo entrenamiento, supervisión periódica o una estandarización de cualquiera juicios cualitativos. Todo esto confirma lo mencionado por Montgomery (1991), quien afirma que el objetivo principal del control estadístico de calidad es la reducción sistemática de la variabilidad de las características de calidad del dato, cuyo resultado debe ser una producción de datos libres de errores.

Cuadro 9
Prueba de estandarización (exactitud) de mediciones antropométricas

VARIABLES	MEDIDORES - ERROR TECNICO DE MEDICION INTEROBSERVADOR											
	Antropometrista Criterio		Medidor 1		Medidor 2		Medidor 3		Medidor 4			
	Σd^2	Signo	ΣD^2	Signo	ΣD^2	Signo	ΣD^2	Signo	ΣD^2	Signo	ΣD^2	Signo
Estatura (cm)	-	-	8.79	-8/10	29.28	-10/10	6.55	-8/10	6.65	-10/10	6.65	-10/10
Circunferencia del brazo	-	-	16.61	-8/10	9.11	5/9	25.32	9/9	7.59	-6/10	7.59	-6/10
Circunferencia del muslo (cm)	-	-	39.87	-8/9	27.94	-9/10	18.42	-6/10	26.13	-7/10	26.13	-7/10
Circunferencia del tórax (cm)	-	-	36.56	-7/9	22.48	-5/10	27.36	7/10	90.80	6/10	90.80	6/10
Diámetro biacromial (cm)	-	-	11.94	5/9	22.78	6/10	11.08	7/10	16.87	-7/9	16.87	-7/9
Diámetro bicrestal (cm)	-	-	7.17	-6/10	5.09	-7/10	4.34	5/9	12.65	-6/10	12.65	-6/10
Pliegue del tríceps (mm)	-	-	49.43	9/10	100.99	9/10	208.01	10/10	54.57	7/9	54.57	7/9
Pliegue del muslo (mm)	-	-	10.77	-6/10	198.33	10/10	175.03	10/10	130.10	7/10	130.10	7/10
Pliegue supraespinal (mm)	-	-	5.48	8/8	202.80	9/10	139.56	10/10	138.44	7/9	138.44	7/9

Fuente: Datos propios de la investigación

Antropometrista Criterio = $(3 \times \Sigma d^2)$

en síntesis de implementar acciones apropiadas para asegurar los errores no vuelvan a ocurrir.

Cuadro 10

Resumen de una prueba de estandarización

Medidores	Observaciones
Antropometrista Criterio	La mejor precisión en la mayoría de las condiciones
Medidor N° 1	Precisión satisfactoria. Exactitud deficiente en todas las medidas antropométricas
Medidor N° 2	Precisión deficiente en los diámetros, demás magnitudes precisión satisfactoria. Exactitud deficiente, subestimación de valores en la segunda medición
Medidor N° 3	Precisión deficiente, segunda medición valores elevados (descuido, cansancio) exactitud deficiente
Medidor N° 4	Precisión y exactitud deficiente. Diferencias significativas; se recomienda hablar con el medidor, para una nueva estandarización. Presencia de errores sistemáticos
Recomendaciones:	Para todos los medidores proceder a un nuevo entrenamiento y una supervisión continua, hasta lograr todos exactitud satisfactoria.

Fuente: Datos propios de la investigación

1.3. Coeficiente de Confiabilidad.

A) Intra observador

La confiabilidad según Marks y col. (1989), es comúnmente definida como la posibilidad de que las mediciones sean reproducidas a través del tiempo, Pardo y Cedeño (1997) amplían este concepto cuando se refieren a la estabilidad, consistencia, adecuación y poder predictivo de obtener resultados similares en una segunda evaluación. La medida de confiabilidad es un indicador del grado de perfección de la técnica empleada, y es útil para los usuarios que deseen mejorar la validez del dato primario.

Muchos estudios han tenido como objetivo constatar la confiabilidad de las variables antropométricas (Jonston y col., 1972; Malina y col., 1973; Martorell y col., 1975; Habitch, 1974; Hass y Flegel, 1981; Chumlea y col., 1985; Norton y Olds, 1996) y estudiar el error intra e inter observador. En los mismos se ha encontrado por lo general, que los coeficientes de correlación inter observador presentaron mayor variabilidad con respecto a los intra observador.

Como se puede observar en el Cuadro 11 el coeficiente de correlación intra observador obtenido en la presente investigación, fue alto en todas las variables antropométricas con valores que estuvieron entre 0.999 a 0.990, para todos los medidores. El antropometrista criterio obtuvo la más alta confiabilidad, demostrando así un buen manejo de la técnica. La confiabilidad intra observador tuvo sus valores altos en la talla (0.999), a excepción del antropometrista criterio (0.992), y la menor confiabilidad en los pliegues cutáneos (0.984). Los coeficientes de confiabilidad de las circunferencias y los diámetros fueron variables, pero en menor rango con respecto a los pliegues. Estos resultados son similares a los encontrados por Walker y col (1990)-(talla 0.999; circunferencia del brazo 0.998 y pliegues cutáneos 0.935); Ulijaszek, (1994) (talla 0.999; circunferencia del brazo 0.998 y pliegues 0.969) y los reportados por Branson y col (1982) en recién nacidos, con un coeficiente de confiabilidad intra medidor entre 0.91 y 0.99 para 10 variables antropométricas.

Cuadro 11
Valores del coeficiente de confiabilidad intra e inter observador

Variables	Antropometrista criterio	Medidor 1		Medidor 2		Medidor 3		Medidor 4	
	intra	intra	inter	intra	inter	intra	inter	intra	inter
Estatura	0.992	0.999	0.999	0.999	0.997	0.999	0.999	0.999	0.999
C. del Brazo									
Flexionado	0.999	0.998	0.988	0.999	0.993	0.998	0.984	0.993	0.995
C. del Muslo	0.999	0.998	0.984	0.999	0.989	0.998	0.992	0.998	0.990
C. del Tórax	0.999	0.999	0.994	0.999	0.996	0.997	0.996	0.996	0.988
D. Biacromial	0.998	0.997	0.985	0.989	0.972	0.991	0.986	0.997	0.980
D. Bicrestal	0.995	0.995	0.983	0.987	0.988	0.996	0.990	0.990	0.972
P. del Tríceps	0.996	0.989	0.960	0.999	0.925	0.988	0.880	0.997	0.910
P. del Muslo	0.996	0.994	0.987	0.996	0.802	0.997	0.814	0.984	0.947
P. Supraespalinal	0.997	0.997	0.993	0.996	0.824	0.989	0.876	0.989	0.882

NOTA:

C = Circunferencias; D = Diámetros; P = Pliegues.

B) Inter observador

Los coeficientes de confiabilidad inter más altos fueron los de la talla, seguido de los diámetros y las circunferencias. Los pliegues cutáneos y su estimación a través del coeficiente de confiabilidad fueron los que presentaron la mayor variabilidad. Este comportamiento es similar a lo encontrado por Pareja y col (1989); quienes a nivel inter obtuvieron para la estatura (0.997); diámetros biacromial y bicrestal (0.966 y 0.981); circunferencias del brazo y muslo (0.968 y 0.967). Por su parte Mueller y Kaplowitz (1994) consiguieron para los pliegues variaciones con un rango que va de 0.660 a 0.830. Estos resultados también son consistentes con los reportados por Mueller y Malina (1986), y Hass y Flegal (1981), es decir, valores más altos para la talla; una variabilidad mediana en los diámetros y las circunferencias, y la más baja confiabilidad en los pliegues cutáneos.

En general la confiabilidad inter tuvo mayor variación (rango más amplio) que la confiabilidad intra. Las estimaciones inter fueron más bajas con respecto a los intra. Pareja et al. (1989) fijan para todas las variables antropométricas coeficientes de confiabilidad intra mayores de 0.960 y los inter mayores de 0.910, cuando el grupo de medidores está altamente entrenado. Todos los antropometristas involucrados en las evaluaciones presentaron una buena confiabilidad según lo expuesto por especialistas (Benhke, 1969; Habitch, 1974; Chumlea, et al., 1984; Marks, 1989; Mueller y Kaplowitz, 1994; Ulijaszeky Lourie, 1994).

Consideramos que la evaluación de la confiabilidad en un estudio es importante para controlar la calidad de la información, ya que por medio de estos procedimientos estadísticos se detectan y se corrigen los errores, mejorándose la calidad del dato antropométrico. Una baja confiabilidad puede ocasionar entre otros problemas una distorsión de las conclusiones entre las variables en estudio; una necesidad de mayor tamaño en la muestra, entre otras; llevando a grandes errores de la estimación de los parámetros en estudio.

Como resultado de este primer análisis (precisión, exactitud y confiabilidad) cuantitativo de los datos antropométricos,

encontramos que las diferencias en las mediciones fueron menores a nivel intra observador que a nivel inter observador. Debido a los diferentes factores que intervienen y afectan a la precisión, la exactitud y la confiabilidad; la correspondencia entre ellas nunca es certera. Se debe tomar en cuenta que las medidas de precisión y confiabilidad difieren en sus unidades y en sus contenidos sobre sus posibles valores. Pederson (1994), sostiene que un alto nivel de confiabilidad usualmente es un indicador de un alto nivel de precisión, pero un alto nivel de precisión no siempre está acompañado por alto nivel de confiabilidad. En muchos casos es común encontrarse con un medidor que demuestra alta precisión y una baja exactitud; este sería el caso de un medidor que hace evaluaciones con un error sistemático (presentando alta precisión), pero cuando se realiza un control de calidad mediante la comparación con un antropometrista criterio, presenta baja exactitud.

Para concluir se recomienda que el objetivo de un antropometrista (medidor) es lograr altos niveles de precisión, exactitud y confiabilidad, garantizando la validez de la técnica, es decir, medir lo que se pretende, asegurando así, la calidad del dato primario. Muchos son los elementos que influyen en el resultado de una evaluación antropométrica, es por eso que deben fijarse como metas los controles de calidad y a posteriori, detectar las causas que inciden en el desmejoramiento del proceso de medición, estos pasos permitirán tomar acciones correctivas, antes que esos errores se conviertan en un mal hábito por parte de los evaluadores.

2. ANÁLISIS DEL CONTROL DE CALIDAD CUALITATIVO

Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) y Análisis de Clasificación Jerárquica (ACJ)

2.1. Perfil de los Usuarios y Conocimiento de la Técnica Antropométrica

Para evaluar el perfil de los usuarios de la técnica antropométrica, así como el nivel de conocimiento teórico-prácti-

co, se utilizó un cuestionario como instrumento de recolección de datos y el análisis de correspondencias múltiples.

Se consideraron tres variables ilustrativas enunciadas en las siguientes preguntas: ¿Dónde aprendió la técnica antropométrica?, ¿Se ha estandarizado? y ¿Aplica el control de calidad?, ya que perturbaban el análisis por su escasa contribución a la formación de los factores.

Para la selección del número de factores a considerar en el análisis se utilizó una técnica empírica denominada "criterio del codo", la cual consiste en observar en el histograma de autovalores (Gráfico 1) el porcentaje de asociación explicado por cada factor, lo que permite contabilizar el porcentaje de asociación total a medida que se van tomando en cuenta los factores. El "codo" o punto de corte se establece considerando el factor cuya contribución individual al porcentaje de asociación total, difiera considerablemente del siguiente factor; es decir, el siguiente factor debe aportar muy poco al análisis.

Se seleccionaron los dos primeros factores que explicaron el 37.08% del grado de asociación entre las modalidades (Cuadro 12). Esto podría parecer un porcentaje muy bajo, sin embargo, en el análisis de correspondencia múltiple los porcentajes de inercia -en este caso- nivel de asociación explicada, dan una "idea pesimista" de la importancia de los factores (Abascal y Grande, 1989). El primer factor recogió el 23.20% y las variables que más aportaron a su formación fueron los límites de tolerancia de las variables: peso (18.4%), circunferencias (18.3%), panículos (18.2%), talla (17.7%) y límites de tolerancia en diámetros (17.3%). En función de lo señalado y para un mejor análisis de cada factor, se procedió a identificarlos de acuerdo con las variables que mayor peso aportaban en su conformación. Al primer factor se le denominó "*Límites de tolerancia*", y las modalidades que más contribuyeron en su formación fueron: No utiliza límites de tolerancia en: panículos, circunferencias, peso, talla y diámetros.

Grafico 1 Histograma de autovalores

Histograma de los 23 primeros valores propios

NUMERO °	VALOR PROPIO	PORCENTA.	PORCENTA. ACUMU.
1	.6671	23.20	23.20 *****
2	.3989	13.88	37.08 *****
3	.2756	9.59	46.67 *****
4	.2611	9.08	55.75 *****
5	.1992	6.93	62.68 *****
6	.1667	5.80	68.47 *****
7	.1466	5.10	73.57 *****
8	.1376	4.78	78.35 *****
9	.1156	4.02	82.38 *****
10	.1010	3.51	85.89 *****
11	.0827	2.88	88.76 *****
12	.0789	2.74	91.51 *****
13	.0551	1.92	93.42 *****
14	.0487	1.69	95.12 *****
15	.0425	1.48	96.60 *****
16	.0338	1.18	97.77 *****
17	.0305	1.06	98.84 *****
18	.0190	.66	99.50 *****
19	.0073	.26	99.75 *
20	.0040	.14	99.89 *
21	.0032	.11	100.00 *
22	.0000	.00	100.00 *
23	.0000	.00	100.00 *

Cuadro 12
Contribución de las variables y modalidades a la formación de los factores

VARIABLES			
	Peso		Peso
FACTOR 1 (Límites de tolerancia)	%	FACTOR 2 (Calidad del dato)	%
Límites de tolerancia en los panículos	18.2	Procedimiento utilizado en el control de calidad	11.8
Límites de tolerancia en las circunferencias	18.3	Límites de tolerancia en la talla	26.1
Límites de tolerancia en la talla	17.7	Límites de tolerancia en el peso	26.3
Límites de tolerancia en el peso	18.4	Límites de tolerancia en las circunferencias	17.8
Límites de tolerancia en los diámetros	17.3		
MODALIDADES			
NUEP: No utiliza límites de tolerancia en los panículos	14.1	OTRP: Otro procedimiento de control de calidad	6.1
NUEC: No utiliza límites de tolerancia en las circunferencias	14.1	NMT: No realiza mediciones de talla	21.8
NUET: No utiliza límites de tolerancia en la talla	13.7	NMPE: No realiza mediciones de peso	22.1
NUPE: No utiliza límites de tolerancia en el peso	14.1	NMC: No realiza mediciones de circunferencias	16.0
NUED: No utiliza límites de tolerancia en los diámetros	13.5		

Se pudo observar que estas modalidades se vinculan a un procedimiento donde no se utilizan los márgenes de errores como referencia.

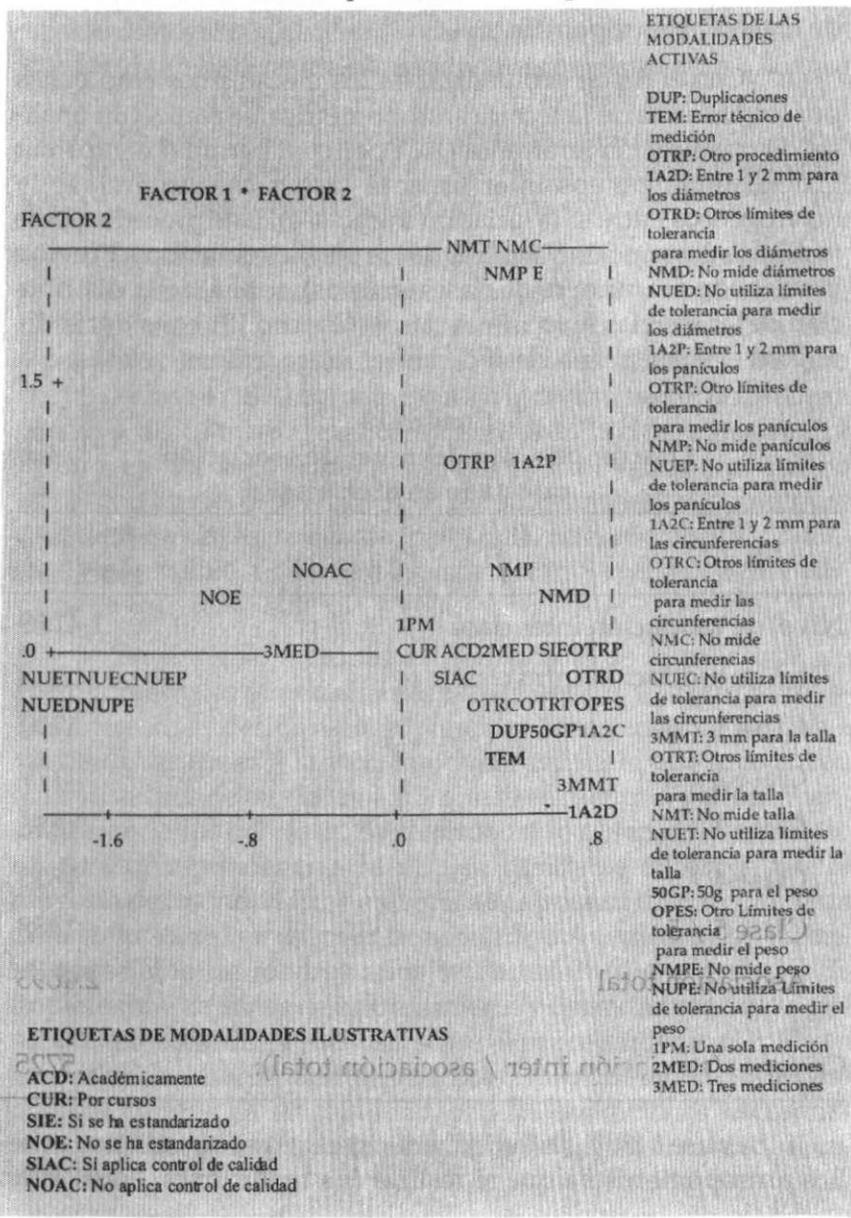
El segundo factor explicó el 13.88% del nivel de asociación y quedó conformado por las siguientes variables: límite de tolerancias en el peso (26.3%), la talla (26.1%), las circunferencias (17.8%), así como también el procedimiento utilizado en el control de calidad (11.8%). A este factor se le denominó "*Calidad del dato*". Así mismo, las modalidades que más contribuyeron a la formación del factor calidad del dato fueron aquellas donde no se realizaban dos mediciones del peso, talla y circunferencias. Es decir, en estos casos no es posible aplicar el error técnico de medición para evaluar su precisión ni otros controles de calidad.

En el Gráfico 2 (perfil de los usuarios y conocimiento de la técnica antropométrica) se consideraron las posiciones relativas de las modalidades. En el primer cuadrante se ubicaron los usuarios de la técnica antropométrica que no toman en su totalidad las medidas antropométricas consideradas en este estudio (talla, peso, circunferencias, panículos y diámetros) y los que miden panículos utilizando el límite de tolerancia adecuado (entre 1 y 2 mm.). (Gráfico 2).

En el segundo cuadrante se localizaron los antropometristas que no aplican control de calidad o aplican otro procedimiento distinto al establecido para el control de calidad y que además, no han sido estandarizados. En el tercer cuadrante se ubicaron aquellos que no utilizan ningún límite de tolerancia al realizar las mediciones antropométricas.

Finalmente, en el cuarto cuadrante se observó una gran variedad en cuanto a los criterios empleados en el control de calidad (estandarización, límites de tolerancia para cada una de las medidas consideradas a excepción de los panículos adiposos, número de mediciones y razones para realizar las mediciones en forma total o parcial), ya que aquí se ubicaron los usuarios de la técnica antropométrica que utilizan procedimientos adecuados para el control de calidad de sus datos como aquellos que no lo

Gráfico 2
Perfil de los usuarios y conocimiento
De la técnica antropométrica. Primer plano factorial



aplican. Es decir, los antropometristas cumplen con algunos de los procedimientos de control de calidad pero no con todos, lo que refleja un conocimiento teórico deficiente y un manejo pobre de la técnica antropométrica.

Con el fin de profundizar en los mecanismos empleados por los usuarios de la técnica antropométrica, se realizó un análisis de clasificación jerárquica (ACJ); el cual permitió conformar grupos homogéneos internamente (asociación interclase) y heterogéneos entre sí (asociación intraclase). Este procedimiento facilitó la descripción y análisis de los perfiles obtenidos. Previo a la selección del número de clases (grupos), se analizó la distribución de las inercias inter e intra clases (Cuadro 13), considerándose para el análisis una clasificación de cinco grupos o clases.

Cuadro 13
Descomposición del nivel de asociación
calculado en diez ejes

	Nivel de asociación
Nivel de asociación inter clase	1.4136
Nivel de asociación intra clase	
Clase 1 / 5	.4219
Clase 2 / 5	.1179
Clase 3 / 5	.1858
Clase 4 / 5	.1813
Clase 5 / 5	.1488
Asociación total	2.4693
Cociente (asociación inter / asociación total):	.5725

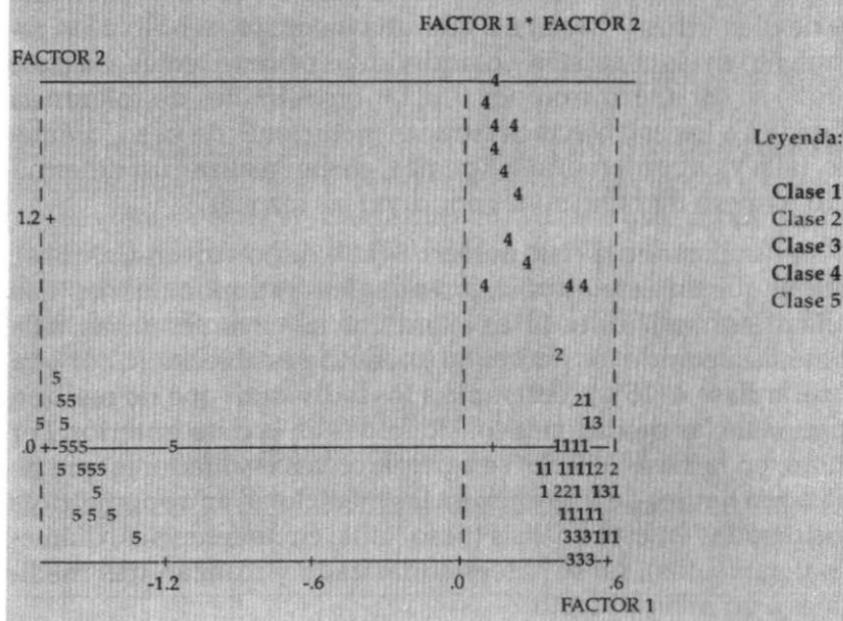
La clase 1 (38% de los individuos) está conformada por aquellos antropometristas que al realizar las mediciones, no utilizan

límites de tolerancias o márgenes de error adecuados para la talla, las circunferencias y los panículos adiposos, pero guardan límites de tolerancia adecuados para el peso, no realizan mediciones de diámetros y hacen más de una medición debido a un seguimiento en las consultas. Los individuos pertenecientes a la clase 2 (14%) se caracterizaron por utilizar otros límites de tolerancia diferentes a los establecidos para las mediciones de peso, diámetros, talla y circunferencias. Además, alegan realizar un determinado número de mediciones por diversas razones.

Analizando la clase número 3 (11% del total de individuos), se tiene que en ésta se ubicaron aquellos antropometristas que realizan las mediciones de los diámetros, las circunferencias, talla y peso, respetando los límites de tolerancia establecidos. Por otra parte, la clase 4 (15%) contempla a los individuos que no realizan ninguna de las mediciones consideradas en la clase anterior. Por último, en la clase 5 (22%) se agruparon los evaluadores que no utilizaron límites de tolerancia en las mediciones antropométricas consideradas en este análisis (peso, talla, circunferencias, diámetros y panículos), no se han estandarizado y realizan tres mediciones a un mismo sujeto.

En el plano factorial 1-2 (Gráfico 3) se aprecia que los antropometristas pertenecientes a las clases 1,2 y 3 están mezclados entre sí, es decir, pueden presentar características de una o varias de las clases a la vez; contrariamente a lo que sucede con los individuos de las clases 4 y 5, que se encuentran perfectamente diferenciados del resto. Esto corrobora lo obtenido en el Análisis de Correspondencias Múltiples, donde se encontró que la mayoría de los individuos entrevistados poseen un conocimiento deficiente sobre la técnica antropométrica. Además, en un número apreciable de los usuarios se determinó la necesidad de implementar sesiones de entrenamiento y estandarización, ya que no existen acuerdos generales sobre el procedimiento técnico en las evaluaciones antropométricas. Los resultados indican que tampoco se cumple en su totalidad, con las condiciones necesarias para un buen desempeño (control de calidad) en el procedimiento técnico.

Gráfico 3
Representación de las clases para los factores 1 y 2



Esto se pudo evidenciar también a través de la hoja de observación (Anexo 5), donde se buscaba información complementaria sobre el procedimiento para realizar las mediciones antropométricas. Por ejemplo, para la variable talla 50% de los evaluadores no realizaban la tracción en las mastoides, así mismo, 25% de los antropometristas no seguían el procedimiento de colocar el individuo en el plano de Frankfort. Para los diámetros, el 15% de los usuarios no marcaban el punto anatómico, en las circunferencias, el 49% no manejaban la técnica en el cruce de la cinta y, para los pliegues el 28% de los evaluadores no marcaban el sitio de medición. Se pueden mencionar algunos ejemplos muy concretos en relación al procedimiento antropométrico y ciertos errores en que se incurre.

En un estudio realizado por Lohman (1981) en un pliegue utilizado muy frecuentemente, como es el tríceps, en las evalua-

ciones de crecimiento y desarrollo, nutrición y deporte, entre otros, demostró que si el punto de aplicación del calibrador se desplaza 2.5 cm próximo, distal, medio o lateral del punto de medición, ese grosor del pliegue cutáneo cambia en promedio de 2 ó 3 mm. En nuestra investigación particularmente resaltante fue el hallazgo entre varios evaluadores que midieron esta variable para determinar su error intra, encontrándose que la media del pliegue cutáneo del tríceps fue de 9.7 mm, cuando se tomaba 2.5 cm por debajo del punto indicado y 14.6 mm cuando se tomaba 2.5 cm por encima de este punto. Por su parte Jordán y Col. (1979) en su investigación sobre el desarrollo humano en Cuba al aplicar el control de calidad en las mediciones encontraron que al no realizarse la tracción a nivel de los mastoides para tomar la talla de los sujetos se subestimaba esta magnitud antropométrica, sugiriendo realizar nuevas evaluaciones para corregir este error. De igual manera, Ross y Col. (1988) señalan que en un estudio sobre composición corporal en mujeres deportistas se reportaron datos sobre una atleta con un porcentaje de grasa de 5%. Es indudable que se cometieron errores en algunas de las etapas de la evaluación antropométrica pues, como es por todos conocido, hasta los momentos no se han conseguido deportistas del sexo femenino con un porcentaje de grasa tan bajo. La grasa específica del sexo (senos, glúteos, parte inferior del cuerpo) está entre 5% y 9%. Esto demuestra que cuando no se sigue el procedimiento adecuado se puede incurrir en un diagnóstico equivocado y en consecuencia, el tratamiento del problema que se aborda es errado.

2.2. Perfil de los Usuarios en el procedimiento y las condiciones para realizar las Evaluaciones Antropométricas.

Adicionalmente, se analizaron los aspectos técnico-cualitativos que intervienen en el acto de medición como fueron: instrumentos, características del local, medidor, anotador-supervisor y sujeto. Estas variables ayudaron a definir las condiciones y procedimientos utilizados por los usuarios de la técnica antropométrica, las cuales se determinaron mediante los procedimientos análogos (análisis de correspondencia múltiple y clasi-

ficación jerárquica), empleados para determinar el perfil del usuario de la técnica antropométrica y el nivel de conocimiento teórico-práctico.

Con el fin de enriquecer el análisis y facilitar la interpretación, se decidió tomar en consideración la posición correcta y secuencia de las mediciones como variables ilustrativas, ya que ambas actuaban como un elemento perturbador del análisis. Por medio del histograma de autovalores (Gráfico 4, Cuadro 14) y utilizando el "criterio del codo", se consideraron para el estudio los primeros cuatro factores, los cuales explicaron el 61.94% del grado de asociación entre las modalidades. El factor 1 recoge el 23.36% del nivel de asociación y las variables que más aportaron en su formación fueron: instrumentos utilizados (15.5%), ubicación y marca del sitio anatómico (15.7%) y dictado entre evaluador - anotador (13.7%). A este factor se le denominó "*Anatómico*", quedando conformado por las siguientes modalidades: no posee un tipo de instrumento adecuado, no ubica ni marca el sitio de medición y realiza la repetición de los valores medidor-anotador.

El segundo factor reunió el 16.05% del nivel de asociación y lo integraron las variables: postura y ubicación correcta para medir (21%), manejo de instrumentos (15.7%), procedimiento técnico de las medidas (15.6%), vestimenta adecuada del sujeto durante la evaluación (14%) y obtención de las medidas correctas (10%). Este factor se identificó con el nombre de "*Técnico*", y las modalidades que lo integraron fueron aquellas que se caracterizan por el incumplimiento de la normativa en cuanto al procedimiento técnico en las mediciones, ropa adecuada para la evaluación, manejo de los instrumentos, obtención y lectura de las medidas y postura y ubicación al medir.

El tercer factor se denominó "sujeto-ambiente" el cual explicó el 12.58% y las variables que más contribuyeron a su formación fueron: condición actual del sujeto evaluado (si ha evacuado, si ha comido, si ha hecho ejercicios) (21.6%), hora de medición (18%), verificación del calibrador (17.2%) y condiciones del local - iluminado - grande - espacioso (13%). Así mismo, las modalidades más importantes en la formación de dicho factor fue-

ron: no verifica el calibrador, no posee iluminación adecuada, el lugar no es grande ni espacioso, el sujeto no cumple con las condiciones apropiadas para ser evaluado, no realiza las mediciones en horas adecuadas.

El cuarto y último factor considerado se identificó como "control", agrupó el 10.01% del nivel de asociación y estuvo conformado por las variables: manejo de instrumentos (19.3%), ropa adecuada para la evaluación (15%), dictado entre evaluador anotador (14%) y ubicación para supervisar (13.7%). Las modalidades que se asociaron a este factor fueron: sí realiza el dictado, sí hace correctamente la medida y lectura, no se ubica correctamente para supervisar la evaluación.

En el Gráfico 5 se visualiza el plano factorial 1-2 en el cual se consideran las posiciones relativas de las modalidades. Estos hallazgos evidencian la conformación de dos grupos, uno constituido por todos aquellos antropometristas que poseen las cualidades para llevar a cabo una medición antropométrica correcta y otro por aquellos que no las poseen. Las modalidades donde las condiciones son óptimas se contraponen con aquellas donde éstas no lo son, es decir, existe una distribución simétrica sobre el plano, observándose también que las modalidades relacionadas con condiciones óptimas se agrupan en su mayoría en el centro de gravedad.

Por otra parte, se puede apreciar que algunas de las modalidades del primer grupo, se confunden con las del segundo grupo, lo que evidenció que en términos generales no están presentes todas las condiciones necesarias para la correcta ejecución de la técnica antropométrica. Esto afecta negativamente la realización efectiva de la técnica, lo que conlleva a errores en las mediciones y, por ende, en la calidad de los datos. Los planos factoriales 1-3, 1-4, 2-3, 2-4 y 3-4 presentaron un comportamiento similar al descrito para el plano factorial 1-2.

Para tratar de describir más claramente lo expuesto con anterioridad en el Análisis de Correspondencias Múltiples, se procedió a realizar un Análisis de Clasificación Jerárquica, con el

Gráfico 4 Histograma de autovalores

HISTOGRAMA DE LOS 15 PRIMEROS VALORES PROPIOS

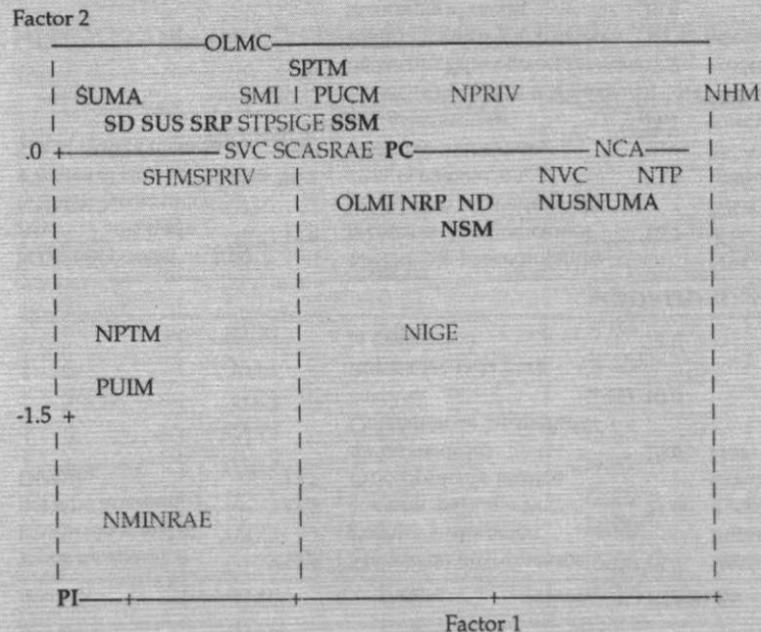
NUMERO	VALOR PROPIO	PORCENTA.	PORCENTA. ACUMU.	
1	.2336	23.36	23.36	*****
2	.1600	16.00	39.36	*****
3	.1258	12.58	51.94	*****
4	.1001	10.01	61.94	*****
5	.0700	7.00	68.94	*****
6	.0644	6.44	75.38	*****
7	.0563	5.63	81.01	*****
8	.0437	4.37	85.38	*****
9	.0389	3.89	89.27	*****
10	.0291	2.91	92.19	*****
11	.0271	2.71	94.90	*****
12	.0176	1.76	96.66	*****
13	.0148	1.48	98.14	*****
14	.0115	1.15	99.29	****
15	.0071	.71	100.00	***

Cuadro 14
Contribución de las variables y modalidades a la conformación de los factores

Factor 1	Peso	Factor 2	Peso	Factor 3	Peso	Factor 4	Peso
Anatómico	%	Técnico	%	Ambiente	%	Supervisión	%
VARIABLES							
Tipos de aparatos	15,5	Manejo de instrumentos	15,7	Verificación del calibrador	17,2	Manejo de instrumentos	19,3
Ubicación y marca del sitio anatómico	15,7	Postura y ubicación correcta para medir	21,0	Iluminado grande y espacioso	13,0	Ubicación para supervisar	13,7
Dictado	13,7	Procedimiento técnico de las medidas	15,6	Condición actual	21,6	Dictado	14,1
		Obtención de las medidas correcta	10,0	Hora de medición	18,0	Ropa adecuada para la evaluación	15,0
		Ropa adecuada para la evaluación	14,0				
MODALIDADES							
NTP: No poseen un tipo Aparato adecuado	11,8	NPTM: No procedimiento técnico en las mediciones	12,1	NVC: No verifica el calibrador	12,5	SD: Si realiza dictado	8,3
NUMA: No se ubica y marca el sitio anatómico	10,2	NRAE: No ropa adecuada para la evaluación	13,1	NIGE: No iluminado, grande y espacioso	11,4	NUS: No se ubica para supervisar	7,4
SD: Si realiza dictado	8,0	NMI: No manejo de los instrumentos	14,1	NCA: No tiene una condición actual apropiada	19,7	OLMC: Obtención y lectura de las medidas correctamente	7,2
		OLMC: Obtención y lectura de las medidas correctamente	7,2	NHM: no realiza las mediciones en horas adecuadas	15,8		
		PUIIM: Postura y ubicación incorrecta al medir	16,8				

GRAFICO 5

PERFIL DE LAS CONDICIONES PARA REALIZAR LAS MEDICIONES ANTROPOMETRICAS. PRIMER PLANO FACTORIAL



ETIQUETAS DE MODALIDADES ILUSTRATIVAS:

- PC: Posición correcta
- PI: Posición incorrecta
- SSM: Si lleva la secuencia de la medidas
- NSM: No lleva la secuencia de las medidas

ETIQUETAS DE LAS MODALIDADES ACTIVAS

- STP: Si son adecuados los aparatos
- NTP: No son adecuados los aparatos
- SVC: Si se verifica el calibrador
- SPRIV: Si hay privacidad
- NPRIV: No hay privacidad
- SIGE: Si es iluminado, grande y espacioso
- NIGE: No es iluminado, grande y espacioso
- SUMA: Si ubica y marca el sitio anatómico
- NUMA: No ubica y marca el sitio anatómico
- PUCM: Postura y ubicación correcta al medir con respecto al sujeto.
- PUCM: Postura y ubicación incorrecta al medir con respecto al sujeto.
- SPTM: Si es correcto el procedimiento técnico de las medidas
- NPTM: No es correcto el procedimiento técnico de las medidas
- OLMC: Obtención y lectura de la medida correctamente
- OLMI: Obtención y lectura de la medida incorrectamente
- SUS: Si se ubica para supervisar
- NUS: No se ubica para supervisar
- SD: Si realiza dictado
- ND: No realiza dictado
- SRP: Si se revisan las planillas
- NRP: No se revisan las planillas
- SRAE: Si es adecuada la ropa para realizar la evaluación
- NRAE: No es adecuada la ropa para realizar la evaluación
- SCA: Si tiene una condición actual óptima
- NCA: No tiene una condición actual óptima
- SHM: Si realiza las mediciones en las horas adecuadas
- NSM: No realiza las mediciones en las horas adecuadas

cual se agruparon los individuos en cinco clases; después de estudiar las asociaciones inter e intra clases (Cuadro 15).

Cuadro 15
Descomposición del nivel de asociación
Calculado en diez ejes

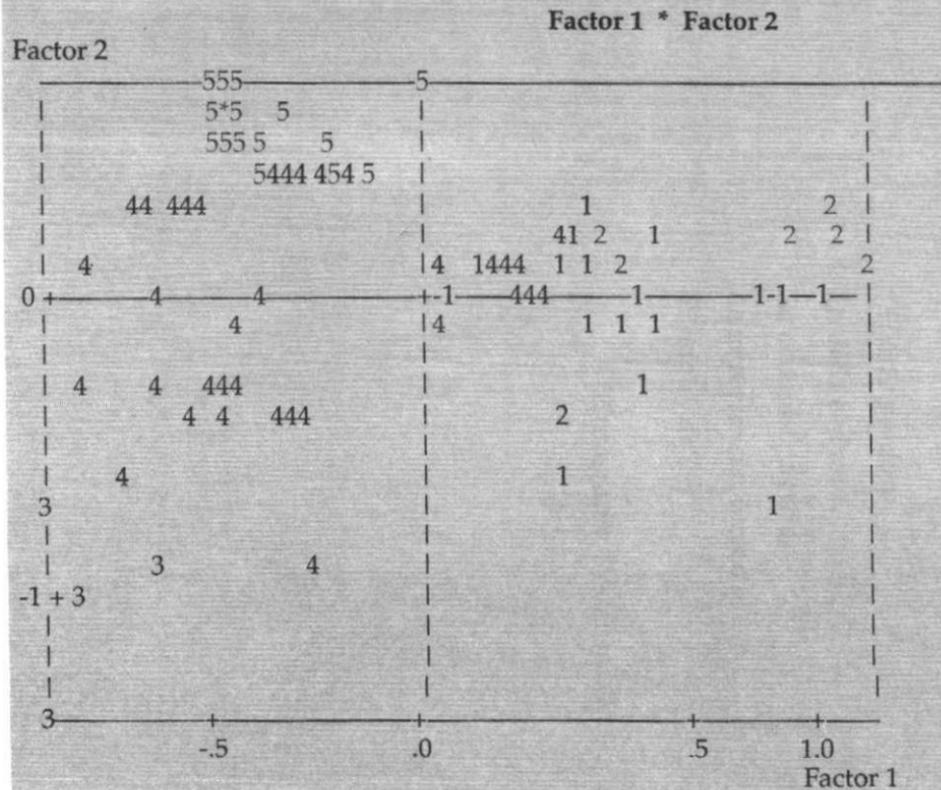
	Nivel de asociación
Nivel de asociación inter clase	.4449
Nivel de asociación intra clase	
Clase 1 / 5	.1109
Clase 2 / 5	.0565
Clase 3 / 5	.0221
Clase 4 / 5	.2499
Clase 5 / 5	.0376
Asociación total	.9219
Cociente (asociación inter / asociación total)	.4826

Las clases 1,2 y 3 contienen el 35% del total de individuos y están constituidas por aquellos antropometristas que no reúnen todas las condiciones ni llevan a cabo adecuadamente los procedimientos para realizar las mediciones, a excepción de la variable "procedimiento técnico de las medidas", que sólo la llevan a cabo los individuos pertenecientes a la clase 1. La clase 4 (44% de los individuos) contiene a aquellos antropometristas que poseen alguna de las "condiciones ideales" para realizar mediciones antropométricas. Asimismo, vale la pena destacar, que en esta clase se agrupó la mayor cantidad de medidores. Finalmente, la clase 5 (21%) está conformada por los individuos que cuentan con todas las condiciones técnicas para llevar a cabo buenas mediciones.

En el Gráfico 6 se observa que las clases mejor diferenciadas son la 3 y la 5, contrariamente a lo que se apreció en el resto de las clases (1,2 y 4), donde los individuos pertenecientes a estas clases se confunden, lo que impide establecer un patrón definido para ellos. Estos hallazgos confirman lo anteriormente expuesto en el Análisis de Correspondencias Múltiples, donde se evidenció que un gran número de los antropometristas estudiados cuentan en sus sitios de trabajo con algunas de las condiciones necesarias para realizar buenas mediciones antropométricas.

Los resultados en términos generales señalan la necesidad de contar con los conocimientos teórico-prácticos básicos, ya que la antropometría no es una técnica fácil como muchos suponen. Es importante saber el por qué, el cómo y el cuándo instrumentar una medición, así como el valor que tiene cada evaluación. De esta manera, los datos que se obtengan producto de esta técnica adquieren significado y ayudan a la interpretación de la realidad en estudio. Si el dato es incongruente, el diagnóstico será errado y por consiguiente, los resultados deben ser vistos con reservas.

Gráfico 6
Representación de las Clases para los factores 1 y 2



Leyenda:

- Clase 1
- Clase 2
- Clase 3
- Clase 4
- Clase 5

CAPITULO V

Conclusiones y Recomendaciones

"El arte perdura.

La vida es breve.

La ocasión, fugitiva.

La experiencia, incierta.

El juicio, difícil".

(Hipócrates, IV-III s.a. J.C.)

CONCLUSIONES

1. La antropometría como toda técnica está sujeta a errores entre los cuales se pueden mencionar el movimiento del sujeto que se evalúa y el uso inapropiado de los procedimientos técnicos e instrumentos. Es por eso que los antropometristas deben ser metódicos en los aspectos técnicos para contribuir a una mejor calidad del dato, característica que estará íntimamente relacionada con la experiencia, el entrenamiento y el control de calidad que posean y pongan en práctica los investigadores.
2. En la mayoría de los usuarios se determinó la necesidad de implementar sesiones de entrenamiento y estandarización, para llegar a acuerdos generales sobre los procedimientos técnicos en las evaluaciones antropométricas. Tampoco se cumple en su totalidad con las condiciones necesarias para un buen desempeño (control de calidad) en el procedimiento técnico, evidenciándose también un conocimiento deficiente de la antropometría. Estas características se traducen en errores de medición que afectan la validez del dato somatométrico.
3. Los resultados indican que cuando participan diversos evaluadores en una investigación se presenta mayor variabilidad (error de medición) a nivel inter que intra observador, demostrándose que una excelente precisión no necesariamente implica una buena exactitud. Es por ello que los diversos investigadores que usan datos antropométricos de múltiples orígenes y con diversos fines deberían hacerlo con cautela, sobre todo en aquellas dimensiones (pliegues cutáneos) cuya confiabilidad es mínima. Es importante describir cómo se toman las magnitudes antropométricas, sin embargo es fundamental además, precisar cuáles son los errores de medición que se cometen y cómo se pueden detectar y corregir.
4. Del análisis integrado del control estadístico de calidad cuantitativo-cualitativo se pudo abordar en todo su con-

texto el error de medición antropométrico, es decir el origen y la magnitud del mismo, enriqueciendo la calidad de la información, que redundará a su vez en la validez de los resultados de esta investigación.

RECOMENDACIONES

Los procedimientos adecuados para eliminar o reducir los errores en las mediciones antropométricas se irán logrando en la medida en que se vayan conociendo las causas que las originan. Si se pueden controlar los factores o variables involucrados en el acto de medición, los resultados tendrán mayor validez; se debe recordar que el objetivo final del control de calidad es la reducción al mínimo de la variabilidad entre los evaluadores en el acto de medición. Al cumplirse con este paso los datos se acercarán lo más posible al fenómeno en estudio, es por eso que se sugiere:

- Aumentar la preparación y el entrenamiento de los evaluadores.
- Mantener el sitio de trabajo en óptimas condiciones.
- Controlar el funcionamiento de los aparatos.
- Realizar sesiones de estandarización cada seis meses.
- Seguir los protocolos de medición paso a paso.
- Supervisión periódica en los sitios de medición.
- Vigilar que los sujetos a ser evaluados cumplan con los requisitos mínimos establecidos.
- Toda etapa de medición debe contar con la presencia de un anotador-supervisor.
- Tomar como guía valores o límites de tolerancia que indiquen si se está sobreestimando o subestimando una referencia.
- Realizar dos mediciones para control intra e inter observador, en el caso de los pliegues cutáneos se recomienda efectuar tres mediciones.

- Determinar y marcar el sitio de medición correctamente.
- Elaborar una ficha antropométrica o proforma que se adecue a los requisitos de la investigación.
- En toda investigación de gran escala donde esté presente la investigación antropométrica, se debe reportar el error de medición intra e inter observador.